3e Série, t. IX. — 1881. — N° 6.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME NEUVIÈME

Feuilles 28-37 (23 Mai, 20 Juin 1881) E.

Planches XIII à XV.

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue des Grands-Augustins, 7

et chez F. Savy, libraire, boulevard Saint-Germain, 77

1880 A 1881

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.

SEPTEMBRE 1881

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (*Décret du* 12 *décembre* 1873) (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art.* 4 *du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres (*Art.* 42 *du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du* 20 *novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1880-1881

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
8	6	3 10	7	7	4 21*	9	6
22	20	24	21	21	25	23	20

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

a été indiquée aux tableaux généraux des coupes qui accompagnent mon Mémoire de 1877 ; je la résume sommairement de bas en haut :

1° Au-dessus du Jurassique, — des calcaires d'un blanc grisâtre, médiocrement résistants, altérables à la gelée, d'un grain moyen, avec *Terebratella Carentonensis*, *Terebratula biplicata*, *Anorthopygus Michelini*, à la base ; *O. Columba major*, *Ammonites Rochebrunei*, au sommet. *Ligérien.*

2° Calcaires blancs, en nodules d'un grain fin lithographique, empâtés de marnes, fusant à la gelée et présentant dans la région cette particularité caractéristique d'être constamment sillonnés de ravins limités à cette zone. *Angoumien inférieur.*

3° Calcaires blancs, d'un grain moins fin, écailleux, se divisant sous l'influence des agents atmosphériques en fragments plus ou moins volumineux, zone des *Periaster Oblongus* et *P. Verneuilli*, du *Sph. Salignacensis*, etc. *Angoumien moyen.*

4° Calcaire ferrugineux, grès glauconieux et ferrugineux, plus ou moins argileux, avec quelques bancs de marnes efflorescentes : *Hippurites organisans*, *Holectypus turonensis*, etc. *Provencien inférieur.*

5° Calcaire homogène, jaune, en plaquettes miroitantes à la base, tendre et exploité comme pierre de taille dans la partie moyenne, blanchissant et durcissant au sommet. *Provencien moyen.*

6° Marnes jaunes ou grises, alternant avec des calcaires marneux en rognons ou plaquettes raboteuses : *Ammonites petrocoriensis*, *O. spinosa*, *O. petrocoriensis*, *Rhynchonella petrocoriensis*, *Orbicula lamellosa*, etc. *Coniacien inférieur.*

7° Calcaire verdâtre, grenu, passant à des calcaires durs faisant corniche sous les dépôts tertiaires, *Coniacien moyen.*

Quel niveau doivent occuper les couches 5 et 6 dans une classification générale? Au Pech del Trel, la couche 5 ne renferme, il est vrai, que de très rares fossiles : je n'y ai recueilli que la *Terebratula Nanclasi ;* mais elle se prolonge à l'E., à l'O. et au N. du point qui nous occupe et peut, à raison des exploitations que provoque sa présence, y être facilement étudiée. A l'ouest elle continue la partie supérieure du coteau sur lequel est assis Monsempron, où elle renferme un banc à Hippurites, Sphœrulites, Actéonelles et Polypiers. A l'est, on la retrouve à Duravel, traversée par le même banc avec *Hippurites organisans*, *O. Tisnei*, Brachiopodes et Polypiers. Au nord, elle donne naissance aux puissantes carrières de Campagne et est traversée à Saint-Cirq par le chemin de fer dans les tranchées duquel elle présente sous le rapport stratigraphique et sous le rapport paléontologique un remarquable développement. Elle est, sur ces deux points, caractérisée par la faune des Rudistes provenciens et supporte les

marnes à *Sphærulites sinuatus* qui la séparent des premières couches de la Craie supérieure. Partout sur ces points on la voit reposer sur les grès marneux du Provencien inférieur, qui eux-mêmes viennent s'asseoir, en cette région, sur l'Angoumien moyen.

C'est au-dessus de cet horizon bien déterminé que reposent les marnes du Pech del Trel. On les voit occuper la même position : à l'ouest à Monsempron ; à l'est à Duravel et Puylevêque ; surmonter au nord les marnes à *Sph. sinuatus* à Sauveterre, Saint-Cirq, La Roquette, etc. ; partout avec des caractères et une faune identiques. Or cette situation, cette faune et ces caractères sont ceux des marnes de Montignac et de Gourd de l'Arche, auxquelles elles se relient par leurs prolongements et dont l'âge ne paraît pas susceptible de discussion ; on peut suivre dans toute l'étendue du bassin le passage graduel et non interrompu des grès de Cognac, d'abord aux calcaires arénacés, puis aux marnes qui nous occupent. Leur superposition aux divers étages provenciens et par suite leur indépendance relativement au Provencien ne peuvent faire doute pour l'observateur qui généralisera son étude au lieu de la restreindre à un point isolé.

Si ces marnes appartiennent ainsi à la Craie supérieure, quel niveau doivent-elles y occuper? La solution ressort de la détermination des couches qui les recouvrent : la succession peut en être facilement observée à Périgueux, à Montignac, aux Eyzies, à Sauveterre, etc. Pour éviter des répétitions inutiles, je me borne à renvoyer au tableau qui accompagne cette note et dont les éléments plus détaillés pourront être vérifiés dans le Mémoire de 1877. La paléontologie et la stratigraphie se trouvent ainsi d'accord pour fixer ce niveau à la base de la Craie supérieure, Coniacien inférieur.

L'âge coniacien des marnes du Pech del Trel étant ainsi sûrement établi, quelles conséquences en déduire sinon que les arguments tirés des faunes sont trop élastiques pour offrir un degré suffisant de certitude et qu'on ne peut arbitrairement en négliger le contrôle par la stratigraphie?

Ce niveau est-il celui du *Cyphosoma Archiaci*? C'est bien celui que lui attribue d'Archiac, qui en aurait recueilli le type à Beaumont près d'Angoulême ; Beaumont est en effet coniacien inférieur ; je dois dire toutefois que je ne l'y ai pas rencontré. J'ai trouvé dans l'Angoumien inférieur et dans l'Angoumien moyen, sur divers points du bassin, un Cyphosome que j'ai décrit (1) sous le nom de *Cyphosoma Engolismense ;* j'ai depuis reçu le *Cyph. Archiaci* du midi : examen fait de cet Echinoderme, je suis convaincu de leur identité. Le *Cypho-*

(1) *Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux*, t. XXI, 1876.

soma Engolismense doit donc disparaître et faire place au *Cyph. Archiaci* que je n'ai personnellement recueilli dans le S.-O. qu'à la base de l'Angoumien.

Les observations qui précèdent peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

1° Les révolutions géologiques ont *éteint*, *divisé*, ou simplement *déplacé* les faunes, suivant leur éloignement et leur degré d'intensité. Par suite la date d'apparition d'une fossile n'est pas nécessairement la même dans des bassins distincts.

2° Les faunes sont corrélatives aux milieux dans lesquels elles ont vécu et que traduisent les dépôts contemporains ; elles varient, quoique synchroniques, suivant la diversité de ces milieux;

3° Le synchronisme est rétabli par le parallélisme des horizons inférieur et supérieur ;

4° La révolution qui, dans le S.-O., a mis fin aux calcaires à Hippurites (Turonien sup., d'Orbigny, Provencien, Coq.) se traduit, dans le midi de la France par des effets identiques entre les n°s 5 et 6 du 5e étage de M. Toucas (1re colonne du tableau); 14 et 15 de la coupe de la Cadière; 7 et 8 de la Note du 17 novembre 1879, p. 71.

5° Le parallélisme des étages turonien et sénonien, dans les deux bassins, jusqu'aux bancs à *O. acutirostris*, est démontré par *l'ordre de succession des phénomènes généraux*, *la corrélation des modifications minéralogiques* et *l'évolution des faunes;*

6° L'interversion de ces phénomènes généraux, dans les deux bassins après le dépôt des bancs à Hippurites, justifie la division établie par d'Orbigny.

Séance du 6 juin 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Carez, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société :

M. Lebreton d'Anglure présenté par MM. Sauvage et Bertrand.

Il annonce ensuite une présentation.

M. Cotteau dépose sur le bureau une série de brochures qu'il vient de publier et communique la note suivante de M. Péron :

Note sur le septième fascicule des **Echinides d'Algérie**,

par M. **Péron**.

J'ai l'honneur de présenter à la Société, le septième fascicule de la description des Échinides fossiles de l'Algérie par MM. Cotteau, Gauthier et Péron. Ce fascicule contient la notice stratigraphique relative à la Craie supérieure d'Algérie tout entière, mais il ne renferme la description que des Échinides de la partie inférieure ou étage santonien. Ceux du Campanien et ceux de la Craie supérieure, ou étage dordonien, seront décrits dans les fascicules suivants.

Au point de vue stratigraphique, il nous a paru plus avantageux de montrer en une seule fois la puissante série des assises sénoniennes, qui ont entre elles des relations très intimes ; mais, au contraire, au point de vue paléontologique, nous avons préféré, pour en faciliter la comparaison, isoler chacune des faunes des trois sous-étages admis dans la Craie d'Algérie.

Après avoir discuté les divisions générales qu'il est possible d'établir dans les assises sénoniennes, nous avons donné la description détaillée d'une localité type où la succession des assises est bien continue et la série bien complète. Cette localité a été choisie dans le massif montagneux qui limite au nord le Chott El Hodna, dans la province de Constantine. Ensuite nous avons indiqué la répartition géographique de l'étage et de ses diverses subdivisions, et nous avons donné quelques détails sur chacun des gisements qui ont fourni les matériaux décrits dans notre Mémoire. Enfin, dans un chapitre spécial, nous avons indiqué les rapprochements qu'il paraît possible de faire entre les divers horizons de la Craie d'Algérie et ceux admis dans la France méridionale.

Cette comparaison n'est pas sans présenter de sérieuses difficultés. Les fossiles communs sont habituellement rares et assez peu probants et, d'autre part, les divisions pétrologiques sont sans aucune analogie. Quant à la Craie du bassin de Paris, il n'y a aucun point de ressemblance. Au lieu des masses crayeuses blanches que l'on connaît, ce sont partout des marnes et des calcaires presque noirs ; au lieu des *Belemnitella*, des *Micraster* et des *Echinocorys* qui caractérisent notre craie blanche, ce sont des fossiles spéciaux presque tous inconnus dans nos régions.

Il parait possible seulement d'établir une certaine correspondance entre les couches qui forment la partie inférieure de notre Santonien et celles qui, dans les Corbières et la Provence, renferment, de même

qu'en Algérie, les *Ceratites Fourneli*, *Ammonites texanus*, *Cyphosoma Archiaci*, etc.

Au-dessus de cet horizon, mais sans rencontrer préalablement aucun massif hippuritique qui puisse représenter en Algérie le deuxième niveau de Rudistes dont M. Coquand a fait son étage provencien, nous trouvons des couches qui nous paraissent avoir une certaine analogie avec celles habituellement superposées à ce même étage provencien.

Au-dessus encore vient un horizon marneux d'une grande richesse en fossiles, mais où les espèces sont malheureusement presque toutes spéciales à la région. Cependant la présence de nombreux *Ostrea vesicularis* et surtout des oursins du genre *Hemipneustes* semble permettre de rapprocher ce niveau de celui d'Ausseing et de Gensac.

Cet horizon n'est pas, comme il semblerait probable d'après ce qui précède, le dernier de la Craie d'Algérie. Il est au contraire surmonté encore par une très puissante série de couches qui nous a fourni une faune échinodermique très riche, en grande partie inconnue jusqu'ici et présentant des types très curieux et très variés.

En raison de l'existence dans ces couches de certains fossiles comme l'*Otostoma rugosum*, l'*Ostrea larva*, l'*O. Matheroni* (type des Charentes), le *Cidaris subvesiculosa*, l'*Orthopsis miliaris*, etc., nous ne pouvons voir dans cet ensemble de couches qu'un magnifique développement de la Craie dordonienne.

Au point de vue paléontologique, la Craie d'Algérie, dont la puissance n'est pas moindre de 400 mètres et dont presque toutes les assises sont fossilifères, offre un intérêt tout particulier. La faune n'est pas très variée et le nombre des espèces est assez restreint, mais toutes ces espèces sont habituellement réprésentées par d'innombrables individus et en général leur état de conservation est remarquable. Les fossiles dominants sont les huîtres et les oursins. Toutes les collections possèdent maintenant quelques exemplaires de ces beaux *Ostrea* dont les types les plus remarquables, tels que les *O. Aconthonota*, *O. dichotoma*, *O. Costei*, *O. Boucheroni*, *O. Renoui*, *O. Villei*, *O. Nicaisei*, *O. Overwegi*, etc., sont en général très abondants. D'autres espèces plus petites comme les *Ostrea Peroni*, *O. Brossardi*, *O. sulcata*, *O. Aucapitainei*, remplissent littéralement des couches entières.

En ce qui concerne les oursins, nous avons à constater la continuation de l'épanouissement si curieux du genre *Hemiaster* que nous avons déjà signalé dans les étages précédents. L'*Hemiaster Fourneli*, notamment, se rencontre dans presque tous les gisements du Santonien, en quantité prodigieuse. Nous avons longuement insisté sur ce

type, le plus anciennement connu de la Craie d'Algérie, mais aussi celui qui a donné lieu aux confusions les plus fréquentes.

En même temps que les *Hemiaster*, ont pullulé les oursins du genre *Cyphosoma* dont nous ne comptons pas moins de 12 espèces dans le seul étage santonien. Viennent ensuite par ordre d'abondance les *Echinobrissus* dont nous avons décrit 6 espèces.

En résumé dans ce fascicule nous avons décrit ou discuté 36 espèces d'Échinides de la Craie supérieure, réparties ainsi qu'il suit :

1	dans le genre	*Holaster* ;
2	—	*Micraster* ;
7	—	*Hemiaster* ;
1	—	*Linthia* ;
6	—	*Echinobrissus*,
1	—	*Botriopygus* ;
2	—	*Holectypus* ;
1	—	*Cidaris* ;
12	—	*Cyphosoma* ;
1	—	*Goniopygus* ;
1	—	*Salenia* ;
1	—	*Orthopsis* ;

Sur ce nombre, 15 étaient déjà connues avant notre travail et 21 sont décrites pour la première fois. Cinq espèces seulement se trouvent en même temps en France et en Algérie, ce sont les *Cidaris subvesiculosa*, *Cyphosoma Archiaci*, *C. Aublini*, *Salenia scutigera*, *Orthopsis miliaris*. Toutes les autres n'ont été jusqu'ici rencontrées qu'en Algérie ou dans des contrées voisines présentant le même faciès paléontologique.

M. **Fontannes** envoie une note sur les couches des environs de **Bollène**.

De nouvelles recherches entreprises dans cette localité lui ont permis de s'assurer que les couches à *Congeria subcarinata* sont situées à la base du groupe de Saint-Ariès. Elles forment, en effet, au pied des collines crétacées ou miocènes une bande très mince, presque toujours cachée par les éboulis, et sont tantôt recouvertes par les marnes à *Nassa semistriata*, tantôt ravinées par les sables à *Ostrea Barriensis*.

Aucune donnée stratigraphique ne s'oppose donc plus à l'attribution au Pliocène inférieur des marnes et faluns à *Cerithium vulgatum*, à *Nassa semistriata*, à *Pecten comitatus*, classification que M. Fon-

tannes a toujours admise dans ses études, et qui est d'ailleurs corroborée par tous les documents paléontologiques qu'il a recueillis jusqu'ici.

Séance du 20 juin 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Carez, vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière Séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière Séance, le Président proclame membre de la Société :

L'INSTITUT GÉOGNOSTICO-PALÉONTOLOGIQUE DE STRASBOURG

Il annonce ensuite la mort de M. Adam.

M. Bioche communique l'extrait suivant d'une lettre de M. G. **Fabre** :

Dans les **grès à lignites** de **Dellys** j'ai trouvé en abondance, au milieu du bois fossile, un *Teredo* voisin du *T. Tournali*, du flysch de Barrême. Le faciès du grès est d'ailleurs tout à fait celui du flysch. Cette petite découverte paléontologique vient appuyer les dires de M. Ville (1).

M. **Munier-Chalmas** présente le rapport de M. le commandant **Roudaire** sur la dernière expédition des **chotts tunisiens** et appelle l'attention de la Société sur la partie géologique rédigée par M. **L. Dru** et sur la partie paléontologique faite par lui-même.

M. Douvillé fait la communication suivante :

Note sur la **partie moyenne** *du terrain* **jurassique** *dans le* **bassin de Paris** *et sur le* **terrain corallien** *en particulier,*

par M. **H. Douvillé**.

Nous avons eu l'occasion, depuis quelques années, d'étudier en détail la partie moyenne du terrain jurassique sur un grand nombre de points du bassin parisien. Pour les travaux de la Carte géologique détaillée, nous avons parcouru le Boulonnais en 1870-71, le Berry en 1872-74, la Meuse depuis Saint-Mihiel jusqu'à la Haute-Marne en 1876 ; en 1874, nous avons eu la bonne fortune de visiter l'Yonne

(1) *Bul. Soc. Géol.*, 2e série, t. XXV, p. 650 et suiv.

et ses localités classiques de Druyes, Chatel-Censoir, Cravan, avec M. Potier, sous la conduite de M. Cotteau. A deux reprises différentes, en 1878 et 1880, nous avons pu relever la coupe des côtes de la Normandie depuis Dives jusqu'à Trouville et Villerville. Enfin, en 1879, nous avons revu la partie de la Haute-Marne qui confine au département de la Meuse avec deux de nos confrères, M. Bertrand qui depuis plusieurs années s'occupe de l'étude du Jura, et M. Rolland, chargé de la feuille de Mirecourt.

L'étude comparative de ces diverses régions nous a conduit, dès 1877 (1), à modifier la limite supérieure du Corallien telle que nous l'avions indiquée dans notre première note sur le Berry (2).

Nous voulons essayer aujourd'hui de réunir et de grouper les résultats partiels que nous avons obtenus, et indiquer comment il nous paraît possible d'établir la stratigraphie générale des couches qui constituent la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin parisien. Ce travail a déjà été fait en partie par M. Hébert en 1857 (3), et par Oppel à la même époque (4). Nous croyons cependant que les nombreux travaux faits depuis cette époque, peuvent nous autoriser à reprendre cette question et à modifier sur quelques points les conclusions énoncées par ces deux maîtres.

Nous allons passer successivement en revue les points étudiés, en suivant l'ordre géographique : Normandie, Boulonnais, Meuse, Haute-Marne, Yonne, Berry.

PREMIÈRE PARTIE : NORMANDIE

(*Côtes de la Manche*).

Le terrain jurassique du Calvados a attiré depuis longtemps l'attention des géologues ; décrit d'abord par Hérault (5) et de Caumont (6), il a été étudié par Dufrénoy (7) puis par d'Archiac, dans son Histoire des progrès de la géologie. Enfin, en 1860, M. Hébert (8) a donné une coupe détaillée des falaises entre Dives et Trouville.

(1) Notices explicatives des feuilles de Nancy et de Bourges.
(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 93, 21 décembre 1874.
(3) Les mers anciennes, etc.
(4) Die Juraformation.
(5) Tableau du terrain du département du Calvados, 1824.
(6) Essai sur la topographie géognostique du département du Calvados, 1828. — Aperçu topographique et géologique sur le département du Calvados, *Mém. Soc. Linn. de Normandie*, 1849.
(7) Explication de la carte géol. de France, vol. II, 1848.
(8) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XVII, p. 300.

Le système le plus inférieur se montre entre Dives et Beuzeval et forme le bas de la falaise de Houlgate où il est masqué par des éboulis; il peut être désigné sous le nom de :

I. Marnes de Dives, ou zone à *A. Lamberti.*

Il débute par une couche très fossilifère, visible autrefois à l'embouchure de la Dives, au point dit le « Mauvais pas » : l'affleurement en est aujourd'hui masqué par le remblai de la route et du chemin de fer; la même couche affleure dans les basses mers sur la plage en avant de Beuzeval, et les fossiles se rencontrent fréquemment à l'état remanié au milieu des galets. La faune en est très caractéristique; on peut citer : *Amm.* (*Peltoceras*) *athleta, A.* (*Cosmoceras*) *Duncani* (1), *A Bakeriæ, A.* (*Amaltheus*) *Lamberti.*

La couche fossilifère est surmontée au « Mauvais pas » par 12 à 14 mètres de marnes qui forment une petite falaise au N. de la route entre Dives et Beuzeval; c'est une marne argileuse, grise, solide, avec *G. dilatata* clairsemées à la base. Vers le haut la marne devient plus calcarifère, et assez fossilifère : *Bel.* (*Hybolithes*) *clucyensis*, *Rhynchonella* (intermédiaire entre la *R. varians* et la *R. Thurmanni*), *Gryphea Alimena.*

Les couches qui suivent immédiatement ne sont visibles ni en ce point, ni dans la falaise d'Houlgate où elles sont masquées par des éboulis; elles affleurent sur la plage au N.-E. d'Houlgate. Nous y avons recueilli dans des bancs d'argile découverts par le galet, l'*A.* (*Cosmoceras*) *Duncani* et dans le voisinage de nombreuses *Ter.* (*Aulacothyris*) *Bernardina*, d'Orb. (forme voisine de la *T. impressa*, mais plus allongée et plus triangulaire), bien en place.

La coupe ne redevient nette que lorsqu'on a dépassé le premier promontoire, celui auquel aboutissait l'ancien sentier descendant d'Auberville.

La falaise est en ce point dégagée à sa base et il est possible d'y reconnaître la série complète des couches jusqu'à la partie inférieure du Corallien. L'épaisseur totale de ces assises a été évaluée par de Caumont à 60 mètres; nous avons obtenu le même résultat par plusieurs nivellements effectués au baromètre (2).

(1) M. Hébert cite l'*Am. Jason :* nous n'y avons jamais rencontré cette espèce, mais seulement les diverses variétés de l'*A. Duncani.*

(2) M. Hébert indique un chiffre beaucoup plus élevé qui nous paraît fondé sur une erreur de cote. Il existe sur la carte d'état-major entre Villers et Auberville, un point marqué 113 : pour M. Hébert, ce point serait sur le Corallien. Après une étude attentive, nous avons pu nous assurer que la cote s'appliquait, en réalité, à un point situé au sommet de la seconde falaise, formée en arrière de la

La base de la coupe (H. 1-3) (1) est constituée par deux lits d'un calcaire gréseux, argileux, gris foncé, séparés par un lit plus argileux (épais. totale 1 mètre). Cette couche est très fossilifère (*A. Duncani. A. athleta*, *A. Lamberti*, *A. Lalandei*, *A. Baugieri*, *Gryphea dilatata*, *Trigonia*, bois fossile), et se rattache par sa faune aux Marnes de Dives. Elle se prolonge sur la plage vers le N.-E., jusqu'au dernier promontoire avant Villers et affleure au large de cette localité dans les basses mers. Nous avons recueilli sur ce dernier point divers fossiles il y a quelques années; mais depuis, les affleurements ont été ensablés.

II. Marnes de Villers, ou zone à *A. Mariæ.* — Au-dessus commence un nouveau système de composition minéralogique analogue au précédent, mais différent par sa faune : nous le distinguerons sous le nom de *Marnes de Villers ;* on n'y rencontre plus l'*A. Duncani*, et l'*Amaltheus Lamberti* y est remplacé par l'*Amaltheus Mariæ.*

Il débute à la base par une couche d'argile massive peu fossilifère (ép. 6 mètres, H. 4), couronnée par un banc gréseux plus dur (H. 5), qui paraît avoir dans la falaise 1 mètre d'épaisseur et se réduit sur la plage à $0^m,30$ ou $0^m,40$. Ce banc affleure sur une assez grande étendue sur la plage au bas de la falaise, à peu de distance au S. du Casino de Villers. Il est extrêmement fossilifère et se distingue par la présence de grosses Ammonites (*Aspidoceras faustum* et *Amaltheus Mariæ*), couchées à plat sur la surface supérieure du banc. On y rencontre un *Ctenostreon* (Lime du groupe de la *L. Hector*) assez abondant et en outre *Gr. dilatata*, *O. gregarea*, *Ex. nana*, *Perna mytiloïdes*, etc.

Ce banc est immédiatement recouvert par une couche d'argile massive (H. 6.), d'un gris foncé dans le bas (ép. $5^m,50$), rougeâtre dans le haut (ép. 3^m00) ; elle renferme en abondance à son contact avec le banc précédent toute une faune de petites Ammonites pyriteuses, qui correspond d'une manière frappante à celle des argiles du Wast dans le Boulonnais et à celle des couches à fossiles pyriteux de l'est de la France; nous citerons : *Belem. Clucyensis*, *Amm. Mariæ* (2), *Pelt. athleta*, *A. Bakeriæ*, *Perisphinctes sulciferus*, Opp., etc. Un peu plus haut on rencontre fréquemment des fragments de tige du *Pentacrinus cingulatus*, et des empreintes de l'*Alaria bispinosa.*

falaise proprement dite, par le terrain crétacé, et qui se trouve par suite à plus de 50 mètres au-dessus du terrain corallien.

(1) Nous indiquerons par cette notation les numéros de la coupe donnée par M. Hébert (*Bull. Soc. Géol.*, p. 303, 1860).

(2) La variété à côtes fines, figurée dans la Pal. fr., pl. 179, fig. 7-8, y est particulièrement abondante, et a été souvent confondue à tort avec l'*Am. Lamberti.*

On distingue ensuite successivement :

H. 7.	Lit de calcaire gréseux, brun rougeâtre, sans fossiles	$0^m,10$
H. 8.	Argile brune avec nombreuses *Gr. dilatata;* au milieu on distingue une zone plus fossilifère où les fossiles ont conservé leur test, mais sont d'une extrême fragilité (*A. Mariæ*, *Alaria bispinosa*, *Cerithium*, *Trigonia*, etc.,).	$9^m,00$
H. 9.	Lit de calcaire gris marneux formant cordon, quelquefois subdivisé par un lit d'argile.	$0^m,25$
H. 10.	Argile grise avec nombreuses *Gr. dilatata*.	$4^m,00$
H. 11.	Lit de calcaire argileux.	$0^m,15$
H. 12.	Argile grise.	$0^m,90$
H. 13.	Lit de nodules calcaires aplatis.	$0^m,10$
H. 14.	Argile gris bleuâtre peu fossilifère.	$4^m,00$

Cette couche présente sur certains points, vers sa partie supérieure, un lit de rognons calcaires, gris rougeâtres, avec nombreuses *Perna*, qui se rattache déjà par sa faune au système supérieur.

Dans toutes les couches d'argile que nous venons de citer, et qui sont en réalité des marnes plus ou moins argileuses, on rencontre la même faune caractérisée par l'*A. Mariæ*, de petits Gastropodes appartenant aux genres *Alaria* et *Cerithium?*, et la *Gr. dilatata*. L'*Am. Mariæ* présente une carène de plus en plus marquée à mesure que l'on s'élève dans la série, et dans les bancs les plus élevés elle se distingue difficilement de l'*A. cordatus* qui caractérise le groupe suivant.

III. Oolithe ferrugineuse, ou zone à *A cordatus*. — Ce nouveau système de couches débute à la base par trois lits de calcaire noduleux gris avec nombreuses oolithes ferrugineuses, séparés par deux lits d'argile brune (H. 15, ép. $2^m,50$). Les lits calcaires sont d'épaisseur variable et se développent plus ou moins au dépens des lits d'argile intercalés ; ils sont très fossilifères et renferment principalement : *A. cordatus* avec toutes ses variétés, *Am.* (*Peltoceras*) *arduennensis*, *A.* (*Peltoceras*) *Eugenii*, *A.* (*Aspidoceras*) *Babeanus*, *Ostrea* (*Lopha*) *flabelloides*, *Gr. dilatata*, *Terebratula Galliennei*, *Zeilleria Parandieri*, Etallon (1).

Ces couches forment un excellent horizon toujours bien visible dans la falaise ; leur faune est presque identique à celle de Neuvizy.

(1) *Ter. Parandieri*, Thurmann et Etallon, *Leth. Brunt.*, p. 288, pl. XLII, fig. 1.

Elles sont recouvertes par un massif argileux (H. 16^{m}, ép. 6^{m}80), formé des couches suivantes (de bas en haut),

a.	Marne grise.	3^{m},90
b.	Marne calcaire gris clair présentant un lit d'*O. gregarea* à sa partie supérieure.	0^{m},40
c.	Marne grise plus foncée, sans fossile.	0^{m},80
d.	Marne argileuse noire remplie d'*O. gregarea*.	0^{m},50
e.	Marne argileuse brune	0^{m},20
f.	Marne argileuse noire.	1^{m},00

La marne noire *d* forme un horizon des plus remarquables par l'extrême abondance de l'*O. gregarea;* nous y avons recueilli en outre l'*O. flabelloides* (1), Lk, l'*O. unciformis*, Buvignier, la *Ter. Galliennei*, la *Zeilleria Parandieri*, Etal. Les fossiles y présentent souvent quand ils sont lavés par les pluies, une teinte blanchâtre particulière, due à l'abondance d'un petit Foraminifère adhérent, du genre *Webbina*.

IV. Oolithe de Trouville (Zone à *A. Martelli*). — Ce système forme le haut de la première ligne de falaises à Villers, et la plage ainsi que le bas de la falaise à Trouville.

La partie inférieure en est constituée par une alternance de lits marneux et de lits minces de lumachelle présentant souvent de petits grains ferrugineux arrondis et de forme irrégulière (H. 17.). Un de ces lits de lumachelle présente avec la *Gryphea bullata* une très grande *Perna* de forme quadrangulaire et de nombreuses *Trigonia major*. L'épaisseur de cet ensemble est de : . . . . 4^{m},40

H. 18. Lit de marne jaunâtre . . . . 0^{m},25

H. 19. Argile noire. . . . . 3^{m},05

Puis vient un nouveau système d'argiles et de lumachelles à oolithes blanches ou brunes dans lequel commence à apparaître le *Nucleolites scutatus*; on y trouve également des Ammonites de très grande taille dont les unes, à côtes régulières et à région ventrale arrondie, reproduisent le type du *Perisphinctes plicatilis*, Sow., tandis que les autres, présentant une section rectangulaire et sur les flancs de gros-

(1) Cette huitre est souvent désignée sous le nom d'*O. Marshi* Sow., qui doit s'appliquer à une espèce voisine mais distincte, appartenant au Bathonien supérieur. Oppel avait attribué le nom de *flabelloides* à une espèce du Bajocien, M. Bayle a pu s'assurer que le type de Lamarck appartient en réalité à l'espèce si commune à Villers.

ses nodosités triangulaires, se rapportent au type du *Perisphinctes Martelli* (1), d'Orb.

M. Hébert cite également à ce niveau l'*A. cordatus*, et il existe dans les collections de l'École des Mines un échantillon de cette espèce, provenant de Trouville, qui, d'après sa gangue appartient certainement à cette zone. Voici le détail des couches d'après M. Hébert :

H. 20. Calcaires en plaquettes.	0m,20
H. 21. Argile bleue avec lits de fossiles brisés.	1m,10
H. 22. Cordon de calcaire lumachelle bleuâtre avec *Gryphea dilatata* (variété aplatie) (2).	0m,15
H. 23. Argile bleuâtre mélangée à la partie supérieure, irrégulièrement et comme par suite d'un remaniement, d'oolithe jaune.	0m,80
H. 24. Calcaire argileux avec oolithe rouge en lits irréguliers.	0m,25
H. 25. Marne fragmentaire bleuâtre ou jaunâtre avec oolithes blanches, pétrie de fossiles (*O. nana*, *Pecten subfibrosus*, Pernes, etc.).	0m,70
H. 26. Calcaire fragmentaire à oolithes blanches, en plaquettes irrégulières, avec marne oolithique jaune ou bleue interposée (*Am. cordatus*, *Nucleolites scutatus*, Panopées, etc.).	1m,10
H. 27. Calcaire fragmentaire compact, à oolithes rouges avec *Am. plicatilis*.	0m,40
H. 28. Marne calcaire en fragments, avec lit d'argile jaune (*Pholadomya paucicosta*, Rœm).	0m,50
H. 29. Banc compact de calcaire lumachelle marneux, délité à la surface (*Ostrea nana*).	0m,50
H. 30. Argile plastique jaune en bas, bleuâtre en haut. .	0m,60
H. 31. Marne dure légèrement oolithique, pétrie de débris de fossiles à la surface supérieure.	0m,40

Au-dessus on distingue une couche argileuse formant un bon horizon :

H. 32. Argile plastique rougeâtre et devenant grise à la partie supérieure.	0m,50

(1) Grâce à l'obligeance de notre confrère M. Fischer, nous avons pu vérifier cette détermination sur l'échantillon type de d'Orbigny, conservé au Muséum d'histoire naturelle.

(2) C'est probablement la *Gr. bullata*, Sow.

Le système se termine par un banc de calcaire solide :

H. 33. Calcaire oolithique en banc plus épais formant corniche au sommet de l'escarpement. . . . . . . $4^{m},30$

Cette dernière couche est riche en *Nucleolites scutatus*.

Les couches de cette zone affleurent au-dessus de l'église de Bénerville et l'Oolithe à Nucléolites y a été exploitée vers le haut du coteau dans la carrière basse du four à chaux. Les mêmes couches forment le bas de la falaise à Trouville où elles ont été décrites en détail par M. Hébert (1) qui les a désignées sous le nom d'*Oolithe de Trouville;* les bancs diffèrent un peu de ceux de Villers, et paraissent plus calcaires. Au-dessus de l'argile à *O. gregarea* du sommet de III, nous retrouvons dans la coupe de M. Hébert :

1° Calcaire marneux gris foncé mêlé d'oolithes rouges en bancs minces, alternant avec des lits d'argile noire, caractérisé par l'*A. plicatilis* souvent de grande taille, la *Trigonia major* et la *Perna quadrilatera*, var. *major*. (C'est la base de IV). . . . . $1^{m},50$

2° Calcaire de couleur rougeâtre ou bleuâtre, rempli d'oolithes rouges et blanches; mêmes fossiles que la couche précédente, plus le *Nucleolites scutatus*. . . . . $7^{m},00$

3° Argiles noires avec nodules calcaires et oolithes blanches; plaquettes gris bleuâtre, en lits interposés, renfermant en grande quantité le *Pecten subfibrosus* et le *Nucleolites scutatus*. . . . . $5^{m},00$

4° Calcaire jaunâtre à texture irrégulière, tantôt très dur, tantôt friable ou argileux, mais uniformément rempli d'oolithes blanches, assez régulières, de $0^{m},001$ de diamètre, environ. . . . . $5^{m},00$

Les fossiles sont extrêmement abondants et bien conservés dans cette assise. Citons seulement la *Chemnitzia heddingtonensis*, des Nérinées, de nombreuses *Opis* (*O. Phillippsi*, *O. Venus*, *O. cf. arduennensis*), *Pecten subfibrosus*, et *Nucleolites scutatus*.

Les couches que nous venons d'étudier appartiennent les premières au *Callovien* et les dernières à l'*Oxfordien* de d'Orbigny. Celles qui suivent correspondent au *Corallien* de cet auteur.

V. Coral-rag de Trouville. (Zone à *Cidaris florigemma*). — A michemin d'Auberville à Villers, le dernier gros banc d'Oolithe à *Nucleo-*

(1) Loc. cit. *Bull. Soc. Géol.* 2e série, t. XVII, p. 310.

lites, formé d'un calcaire jaunâtre finement oolithique, se termine par une mince couche irrégulière avec grosses oolithes rougeâtres et petits galets calcaires; à la surface de cette couche on rencontre des Polypiers quelquefois très gros et presque toujours de nombreuses *Exogyra nana* et des baguettes du *Cidaris florigemma*. Au-dessus on distingue une couche de marne noire impure renfermant en abondance des coquilles roulées, principalement des *Ex. nana*, de très grosses baguettes de *Cid. florigemma* et des débris de Polypiers; cette couche est d'épaisseur très variable, elle paraît avoir 1 mètre vers Auberville. Elle ne se sépare pas nettement du Coral-rag qui le surmonte et qui est constitué par un calcaire jaunâtre à texture irrégulière, avec Polypiers, *Cidaris florigemma*, *Ex. nana*, Gastropodes, *Ostrea solitaria*. Ce banc n'a ici que $0^m,70$ d'épaisseur. Il est surmonté par des marnes gris foncé avec lits peu réguliers de nodules d'un calcaire gris gréseux. Ces nodules sont quelquefois fossilifères et présentent les mêmes fossiles que ceux du Coral-rag (Gastropodes, *O. solitaria*, *Cid. florigemma*) et en outre *Pholadomya pelagica*. Ces marnes sont visibles sur une épaisseur de 2 mètres.

En se rapprochant de Villers, les couches deviennent plus calcaires : l'argile noire disparaît à peu près complètement et le banc du Coral-rag atteint bientôt $2^m,50$ d'épaisseur, tandis que les marnes supérieures se transforment en deux bancs d'un calcaire marneux, ayant $4^m,50$ d'épaisseur. Ces couches ont été entamées par le chemin qui passe au-dessus du Casino de Villers.

En se dirigeant vers Trouville, on voit le Coral-rag former le sommet de la butte de Bénerville (1), et y prendre un grand développement. En montant de la route vers le four à chaux, nous avons pu voir, grâce à des fossés nouvellement ouverts, les affleurements des argiles à *O. gregarea* (H. 16) et des lumachelles (H. 17). L'Oolithe à Nucleolites est exploitée au four à chaux et s'y élève jusqu'à l'altitude de 80 mètres environ. Elle se termine par une dalle d'un calcaire lumachelle, oolithique, dur, brunâtre, présentant de petits galets à sa surface supérieure (ép. $0^m,25$). Au-dessus on observe une couche de $1^m,50$ de marne brune, calcarifère par places, avec petits galets rou-

(1) Le Coral-rag s'élève ici à l'altitude de 112 mètres, tandis qu'il ne dépasse guère 60 mètres à Villers; la base de la falaise doit donc être formée par des couches très basses dans la série. Nous y avons recueilli un exemplaire de la *Waldheimia (Aulacothyris) Bernardina*, et M. Hébert y cite l'*Amm. (Cosmoceras) Duncani*, ce qui indique la présence en ce point des Marnes de Dives. Mais les couches sont tellement bouleversées par des éboulements et des glissements, qu'il nous a paru tout à fait impossible d'y relever une coupe nette. Aussi ne pouvons-nous que faire des réserves au sujet des coupes citées par M. Hébert.

geâtres, puis un lit de 0 m,50 de marne noirâtre avec concrétions calcaires, surmonté par des lits minces de lumachelles oolithiques alternant avec des marnes grises et blanches (ép. 0 m,50). Au-dessus se développe un vrai « coral-rag » ou calcaire à Polypiers, à structure caverneuse et irrégulière, d'une épaisseur de 25 mètres environ. Vers la base de ce massif on observe par places des parties dures à texture plus irrégulière, ayant toutes les apparences d'un calcaire à entroques, tandis que les parties les plus élevées présentent de nombreuses empreintes de Gastropodes (*Nerinea*, *Chemnitzia*, *Natica*, etc.) Dans les anfractuosités du calcaire à Polypiers, notre confrère M. Schlumberger a recueilli une belle série des Echinides habituels à ce niveau, et dans un magnifique état de conservation (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, etc.). Les baguettes d'oursins sont fréquentes dans tout le massif et nous y avons rencontré aussi plusieurs exemplaires de la *Gryphea Moreana*, Buv.

Ce coral-rag présente les plus grandes analogies avec celui qui est exploité à Trouville même, dans le haut de la ville, et dans lequel Saemann et Aug. Dollfus (1) ont signalé *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Acrosalenia decorata*, *Diplopodia subangularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Pygaster umbrella*, *Pygaster Gresslyi*. Nous avons recueilli dans la même carrière l'*Ostrea solitaria* et la *Gryphea Moreana*.

A 2 ou 300 m. à l'O. de cette carrière, dans les falaises, les couches synchroniques présentent un aspect tout différent. Il n'y a plus de coral-rag proprement dit : les bancs finement oolithiques de la partie supérieure de l'Oolithe de Trouville se terminent bien comme toujours par un lit rougeâtre corrodé ; mais immédiatement au-dessus on voit apparaître deux bancs de 1 m,20 et 1 m,80 d'un calcaire lumachelle avec des lits argileux (*C. florigemma, O. solitaria*), puis un lit de calcaire gréseux noduleux de 0 m,30, surmonté par un banc de 2 mètres d'épaisseur d'un calcaire dur rempli de débris de coquilles brisées et séparé du banc précédent par un lit argileux de 0 m, 15. Cet ensemble de couches remplace ici le récif corallien dont il reproduit la faune ; il a dû se déposer à son pied et du côté de la haute mer, comme l'indiquent les lits de coquilles brisées : son épaisseur est du reste beaucoup moins considérable que celle du récif lui-même.

Au-dessus la nature des couches change assez brusquement : les calcaires sont remplacés par des grès argileux devenant quelquefois presque sableux et on voit s'y développer des lits de silex qui ac-

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XIX, p. 168, 1861.

quièrent, sur certains points, une grande épaisseur ; en voici la coupe dans la falaise :

Calcaire gréseux jaunâtre limité à sa base par un délit argileux.	1^m,90
Banc de grès dur avec trois lits de silex noir.	1^m,00
Calcaire tendre sableux avec nombreuses Trigonies clavellées.	1^m,30

Ces couches apparaissent dans la falaise à Trouville et sont bien visibles sur le chemin qui la côtoie ; on peut les suivre ensuite dans la falaise jusqu'au-dessous d'Hennequeville. Elles disparaissent un peu plus loin, par suite du plongement des couches. Ces bancs siliceux ont été signalés par de Caumont dès 1828 comme intercalés entre les Argiles de Honfleur et des bancs calcaires qu'il assimile à la pierre à chaux de Blangy. C'est cette même position qu'il assigne aux sables de Glos ; les calcaires d'Hennequeville correspondraient donc aux sables de Glos ou tout au moins à leur partie inférieure.

VII. Marnes de Villerville. — Les calcaires siliceux jaunâtres sont immédiatement surmontés par des marnes argileuses noirâtres ; la séparation des deux systèmes de couches est d'une grande netteté, et nous paraît correspondre à la séparation anglaise du Coral-rag et du Kimmeridge clay. D'après une coupe que nous avons relevée avec notre confrère M. Bertrand, voici la composition de ce système de bas en haut :

a. Marne argileuse noirâtre.	3^m,50
b. Banc gréseux, noduleux, gris, avec *Phol. Monodi.* . . .	0^m,20
c. Marne argileuse noire avec Trigonies clavellées nacrées.	1^m,00
d. Lit d'argile sableuse avec Trigonies	0^m,10
e. Marne argileuse noire avec Trigonies nacrées et *Bel. nitidus*	8^m,50
f. Grès calcarifère (1) brunâtre, chargé par places de petits galets de quartz pisaires et passant alors à un vrai poudingue. Ce grès se présente quelquefois en plaques ou en dalles couvertes sur certains points de nombreux petits Gastropodes. Il présente, surtout vers la base, des ovoïdes de fer carbonaté.	1^m,50
g. Argile brune avec cristaux de gypse aciculaire et lit d'*Ostrea sub deltoidea*, (2) Pellat.	1 à 2^m,00

(1) Cette couche est représentée à Trouville par un banc de grès assez fin qui se montre en gros blocs tout en haut de la falaise.

(2) L'*O. deltoidea*, Sow. doit changer de nom ; la même dénomination spécifique ayant été appliquée antérieurement par Lamarck à une huître de Meudon, probablement une variété de l'*O. vesicularis.*

h. Calcaires marneux noduleux grisâtres, très fossilifères, avec lit très régulier de calcaire compact de 0m,13, sans fossiles.

Le calcaire noduleux nous a fourni : *Pterocera Oceani*, *Pt. Ponti*, *Pholadomya Protei*, *Exogyra*, cf. *virgula* (1), *Terebratula subsella*, *Rhynchonella inconstans*, *Rhabdocidaris Orbignyi*, etc. Cette couche qui termine la coupe à Villerville est toujours plus ou moins éboulée, il n'a pas été possible d'en relever l'épaisseur exacte ; elle représente le prolongement du *Calcaire à Ptérocères* du Havre. Il y a du reste une grande analogie entre la coupe que nous venons de citer et celle du Havre telle qu'elle a été donnée par M. Lennier.

a.	Argile grise (*O. subdeltoidea*)	5m,00
b.	Calcaires coquillier à *Amm. Cymodoce* et *Bel. nitidus*. .	0m,65
c.-g.	Argile grise ou brune entre deux lits d'*O. subdeltoidea*.	3m,34
	Calcaires compacts à *Ter. humeralis*.	0m,30
	Alternances d'argile et de calcaire marneux avec un petit lit de grès micacé (*f*).	2m,95
h.	Calcaire marneux à Ptérocères.	0m,90

M. Lennier cite dans cette couche : *Amm. decipiens*. *A. Cymodoce*, *A. Eumelus*, *Pterocera Oceani*, *Pt. Ponti*, *Phol. Protei*, *Pinnigena Saussurei*, *Ostrea subdeltoidea*, *O. solitaria*, *Rh. inconstans*, *Ter. subsella*, *Zeil. humeralis*, *Rhabdocidaris Orbignyi*, *Pygurus Royeri*.

Au Havre la coupe se continue et nous rencontrons au-dessus :

i.	Argile grise et bleue avec banc de calcaire gris.	5m,10
j	Argile durcie avec gros rognons de calcaire fendillé et *Amm. Cymodoce* (n°17).	1m,30

Plus haut la faune change et nous passons à un nouveau système de couches :

VIII. Zone a Amm. orthocera. — La base en est constituée par les assises suivantes :

k.	Argiles bleues (n°18 et 19 de la coupe de M. Lennier).	1m,00
l.	Argile à Ammonites (n° 20) (*Amm. Lallieri*, *A. Contejeani*, *A. orthocera*, *A. mutabilis*, *A. Eumelus*, *A. longispinus*, etc.).	0m,50
m.	Argiles alternant avec des bancs calcaires pétris d'*Exogyra virgula* de grande taille et souvent bilobées (n° 21).	18m,00
n.	Argile grise et brune (n° 22).	

(1) Cette forme moins allongée que le type, à plis plus gros et moins réguliers, est bien constante à ce niveau, et devrait en être distiguée spécifiquement.

C'est ici le commencement des couches qui ont été généralement désignées par les géologues français sous le nom de *Marnes à gryphées virgules*.

Si nous nous reportons aux ouvrages de d'Orbigny, nous verrons qu'il a distribué, de la manière suivante, les couches que nous venons d'étudier dans ses différents étages :

12. Callovien . .	I.	Marnes de Dives à *A. Lamberti*.
	II.	Marnes de Villers à *A. Mariæ*.
13. Oxfordien . .	III. .	Oolithe ferrugineuse à *A. cordatus*.
	IV.	Oolithe de Trouville à *A. Martelli*.
14. Corallien. . .	V.	Coral-rag de Trouville.
	VI.	Calcaire siliceux d'Hennequeville.
15. Kimmeridien.	VII.	Marnes de Villerville (*A. Cymodoce*).
	VIII.	Marnes à *Exogyra virgula* (*A. orthocera*).

Mais d'un autre coté les couches que nous venons d'étudier en Normandie sont le prolongement immédiat des couches anglaises dont la division en *Kelloway rock*, *Orford clay*, *Coral-rag and Pisolite*, *Kimmeridge clay*, a certainement servi de point de départ pour la division en étages adoptée par d'Orbigny ; il sera par suite intéressant de comparer le type anglais au type français qui en est le le plus voisin géographiquement.

La faune du Kelloway rock est une faune bien connue qui ne correspond guère qu'à la partie tout à fait inférieure du Callovien de d'Orbigny : l'*A. Duncani* et tous les fossiles des Marnes de Dives et de Villers ont toujours été cités comme caractéristiques de l'Oxford clay. La division anglaise nous paraît bien plus rationnelle : le Callovien réduit aux zones à *Am. macrocephalus* et *Am. anceps* présente une faune bien spéciale, et dans le Nivernais il est même séparé par une discordance de l'Oxfordien proprement dit, et recouvert directement par l'Oolithe ferrugineuse à *Am. cordatus*.

Pour la comparaison des terrains plus élevés, nous aurons recours aux excellentes coupes détaillées qui ont été données par MM. Blake et Hudleston (1). Sur la côte anglaise aux environs de Weymouth, en face la côte normande, l'Oxford clay se termine par un banc de *G. dilatata* avec *Amm. cordatus* et *O. gregarea* (c'est probablement la partie supérieure de notre zone III, Ool. ferr. *A. cordatus*). Au-dessus on distingue :

(1) *The corallian rocks of England, Quart journ. géol. soc.*, vol. XXXIII, p. 260, 10 janv. 1877.

1° des sables et grès calcarifères (calcareous grit), désignés plus spécialement ici sous le nom de « Nothe grit », avec grande abondance de *Perna quadrata* et en outre *A. cordatus*, *A. perarmatus*, *Gr. dilatata* (de grande taille), *O. gregarea*, *Ostrea sp.* (forme deltoïde, très probablement l'*O. unciformis*), *Millericrinus echinatus*, etc. (ep. 10^{m},00)

2° des argiles (Nothe clay) avec une faune analogue à celle des grès (ép. 13^{m},50).

3° des grès (Bencliff grit series) avec une faune peu caractérisée (ép. 7^{m},00).

4° Une série de couches oolithiques (Osmington oolithe) avec *A. perarmatus*, *Chemnitzia heddingtonensis*, *Opis corallina*, *Opis Phillipsi*, *Echinobrissus scutatus*, tantôt compactes, tantôt alternant avec des marnes (ép. d'environ 17^{m},00).

Ces couches 1 à 4, représentent rigoureusement l'Oolithe de Trouville qui se termine également sur la côte française par les couches à *Opis*. Du reste, à peu de distance au S.-E. de Trouville, dans la Sarthe, la partie inférieure de cette zone est aussi à l'état de *Calcareous grit*, comme sur la côte anglaise. Ces couches ont été rattachées par d'Orbigny à l'Oxfordien, tandis que les géologues anglais les ont rattachées au Corallien.

5° Les « Trigonia beds » présentant à leur base un banc calcaire (main limestone) et au sommet des calcaires gréseux, paraissent bien correspondre au calcaire corallien de Trouville et au calcaire siliceux d'Hennequeville. On y trouve en effet l'*O. solitaria*, le *Cidaris florigemma* et l'*Hemicidaris crenularis*, c'est-à-dire les fossiles caractéristiques de l'étage corallien ; mais les géologues anglais y citent également l'*Am. cordatus* et l'*Echinobrissus scutatus*. Nous n'avons pas pu voir d'après le mémoire précité, si ce mélange est réel ou tient seulement à l'adjonction à ce groupe de faune corallienne d'un lit inférieur appartenant encore au système inférieur (ép. 10^{m},00).

6° Immédiatement au-dessus on rencontre une couche d'argile ou marne bleue (Sandsfoot clay) dont l'épaisseur est variable, mais dépasse sur certains points 13 mètres ; elle présente deux bancs de calcaire dur fossilifère avec *O. subdeltoidea*, *Bel. nitidus*, *Amm. decipiens*; c'est l'équivalent des *Marnes de Villerville*, avec la même composition minéralogique et la même faune.

7° Ces couches sont surmontées par une série de grès et de sables (Sandsfoot) grits avec *A. Cymodoce*, *A. Achilles* (?), *Bel. nitidus*, *O. subdeltoidea*, *O. solitaria*, qui par leur faune se rattachent à la couche précédente ; on y signale encore le *Cidaris florigemma*. Leur épaisseur dépasse 10 mètres. Ils ne paraissent représentés sur la côte normande que par un témoin bien réduit, la couche de grès *f* de Viller-

ville et de Trouville, et le petit lit de grès micacé signalé au Havre par M. Lennier au même niveau.

8° C'est au-dessus de ces grès que viennent se placer les minerais de fer d'Abbotsbury dans lesquels on signale : *Rh. inconstans*, *Rh. corallina*, *Ter. subsella*, *Waldheimia* (*Zeilleria*) *lampas* (une forme qui se rattache à la *Z. humeralis*, et que nous avons retrouvée au même niveau dans le Berry), et des *Ptérocères* qui n'ont malheureusement pas été déterminés spécifiquement. C'est la faune des *Marnes à Ptérocères*.

9° Enfin au-dessus, comme au Havre, nous retrouvons les Marnes à Gryphées virgules, constituant le grand massif du *Kimmeridge clay*.

Comme on le voit, l'analogie des dépôts est frappante entre la série anglaise et la série normande, et leur correspondance terme à terme n'est pas douteuse.

MM. Blake et Hudleston ont groupé toutes les roches dont nous venons de parler, depuis le « Calcareous grit inférieur » jusqu'au « supra coralline oolite », sous le nom de « Corallian rocks » ; mais ce terme, n'a pas pour ces géologues, comme ils l'indiquent expressément, la valeur d'un étage ; il comprend seulement des roches ayant un faciès particulier, mais d'âge probablement différent, et qui se sont déposées pendant les périodes oxfordienne et kimmeridienne. Les termes inférieurs appartiennent bien comme nous l'avons vu à l'Oxfordien, tandis que les termes supérieurs à partir du « Sandsfoot clay » sont considérés par MM. Blake et Hudleston comme faisant partie du Kimmeridien. Mais est-il bien nécessaire cependant de supprimer le mot de corallien, et ne pourrait-on pas lui conserver une signification déterminée ? C'est seulement quand nous aurons achevé l'étude du bassin parisien, qu'il sera possible de répondre à cette question.

DEUXIÈME PARTIE : BOULONNAIS.

Le Boulonnais est bien connu par les travaux de MM. Pellat, Loriol, Rigaux et Sauvage (1). Nous l'avons parcouru nous-même en 1871-72, pour la révision des contours de la carte géologique.

La route d'Alincthun au Wast et au Mont des Boucards donne une coupe presque complète des terrains que nous étudions ici.

Le *Callovien*, représenté par les Argiles ferrugineuses de Belle et

(1) Citons particulièrement l'excellent « Résumé d'une description du terrain jurassique supérieur du Bas-Boulonnais, publié par M. Pellat dans les *Annales de la Soc. géol. du Nord* » (15 mai 1878), et qui nous servira de guide ici.

d'Alincthun avec *A. Galilæi*, Opp. (*A. calloviensis*, d'Orb. non Sow), *A. modiolaris*, *Zeil. umbonella*, *Rh. spathica*, *Gryphea* cf. *dilatata* (1), correspond bien au Kelloway rock des Anglais.

Au-dessus les *Argiles de Montaubert* avec *A. Duncani* et *Serpula vertebralis* représentent les Marnes de Dives; elles sont recouvertes par des calcaires marneux gris, fissiles, avec *A. Lamberti* et *A. bicostatus*, Stahl (*bipartitus*, Ziet. d'Orb), qui paraissent représenter rigoureusement les couches 1-3 de la base de la coupe d'Auberville.

Les *Argiles du Coquillot*, au N. du Wast, caractérisées par l'extrême abondance de l'*A. Mariæ* (variétés plate et renflée, passant même vers le haut à l'*A. cordatus*) et par l'*A. Renggeri*, reproduisent la faune des Marnes de Villers. On y rencontre déjà la *Waldheimia* (*Aulacothyris*) *impressa*, mais cette espèce est bien plus abondante dans la couche immédiatement superposée, constituée par les argiles et calcaires en petits bancs dits « de la Liégette », qui renferferment en outre l'*A. cordatus* et de nombreux *Millericrinus*. C'est l'équivalent de l'oolithe ferrugineuse de Villers et du minerai de fer de Neuvizy. Au-dessus un banc de blocailles de $1^m,50$ d'épaisseur avec nombreuses *Ostrea gregarea*, *Gryphea bullata*, *Waldh.* (*Zeilleria*) *Parandieri*, paraît représenter la marne noire de Villers à *O. gregarea* (III *e*) : on y rencontre par places de nombreuses serpules; M. Pellat y cite en outre l'*Am. Martelli* et le *Dysaster bicordatus*.

Cette couche est recouverte par un banc de calcaire assez peu épais ($0^m,70$) dit « *calcaire à Opis* ou calcaire d'Houllefort ». Ce calcaire présente une faune des plus intéressantes : M, Pellat y cite *A. Martelli*, *Pseudomelania heddingtonensis*, un grand nombre de Gastropodes et de Lamellibranches, parmi lesquels de nombreux *Opis* avec *Ostrea gregarea*, *Gryphea bullata*, un Polypier plat très abondant, *Thamnastrea arachnoides*, et enfin quelques fossiles qu'on est habitué à rencontrer plus haut : *Cidaris florigemma* et *C. Blumenbachi* (2).

Nous reconnaissons avec M. Pellat que « cette couche a beaucoup d'affinités avec l'oolithe à *Opis* et *Nérinées* qui termine à Trouville l'Oxfordien supérieur »; sans aucun doute elle fait partie de notre zone IV, mais si l'on observe que pour toutes les couches inférieures il y a correspondance presque complète entre les couches de la Normandie et celles du Boulonnais, il paraît difficile que les $0^m,70$ du cal-

(1) C'est une forme spéciale à ce niveau en Angleterre et dans le Boulonnais et qui devra être distinguée spécifiquement.

(2) M. Rigaux a recueilli dans ce même banc un fragment d'*A. cordatus*, et d'assez nombreuses Ammonites de petite taille que quelques géologues ont considérées comme une espèce nouvelle, mais qui pour nous sont identiques à certaines variétés jeunes de l'*A. cordatus* de Neuvizy.

caire d'Houllefort représentent tout l'ensemble de l'Oolithe de Trouville. Ce calcaire n'en représente vraisemblablement qu'une partie et il paraît naturel de le considérer comme l'équivalent de la partie inférieure : il nous répugne en effet d'admettre une lacune entre les couches de la Liégette et le calcaire à Opis ; si cette assise présente une si grande analogie de faune avec le sommet de l'Oolithe de Trouville, cela tient surtout à ce que ces deux faunes présentent le même faciès et il est bien probable que les *Opis* qui ont vécu au commencement de la zone IV n'étaient pas sensiblement différentes de celles que nous retrouvons à Trouville à la fin de cette même zone.

La réduction à $0^{m}70$ de notre zone IV paraît d'autant moins probable que les couches qui lui succèdent présentent une épaisseur bien plus considérable que nos zones V et VI. Ces couches sont constituées par les *Calcaires du Mont des Boucards*, dont M. Pellat évalue l'épaisseur à 50 mètres environ. Ces calcaires présentent sur certains points des récifs de Polypiers avec faciès corallien, il est donc naturel d'y trouver la faune qui lui correspond et en particulier *Cidaris florigemma* et *Hemicidaris intermedia*. Mais à côté nous trouvons une faune de faciès vaseux dans laquelle on peut spécialement citer, parmi les fossiles les plus abondants, l'*O. solitaria*, bien identique au type de Sowerby et aux échantillons si fréquents dans le Corallien de Villers et de Trouville, et plusieurs Pholadomyes que nous retrouverons plus tard dans les calcaires de Creuë : un premier type que M. de Loriol a figuré sous le nom de *Ph. Protei*, mais qui nous paraît distinct des échantillons du Ptérocérien du Havre pour lesquels cette espèce a été faite et dans lesquels la partie antérieure est plus saillante et le bord ventral plus redressé ; un deuxième type de forme analogue au précédent, mais avec area cardinale, qui ne nous paraît pas avoir été signalé par M. de Loriol, c'est la *Ph. lineata ;* enfin un troisième, la *Ph. pelagica* que nous avons indiquée précédemment dans le Corallien de Villers. Ces trois formes accompagnent à Creuë l'*Am. canaliculatus.*

A la partie supérieure des calcaires du Mont des Boucards, se développe, dans la vallée de la Liane, à Brucdale et sur plusieurs autres points, un récif de Polypiers avec la faune habituelle du Coral rag, *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis ;* et ce récif est surmonté par des argiles noires avec *O. subdeltoïdea*, semblables en tout point aux Argiles de Villerville. Comme en ce dernier point, on rencontre dans les argiles des nodules de fer carbonaté, et à Brunembert, on voit se développer à la partie supérieure de l'assise des grès rougeâtres qui rappellent tout à fait les grès et poudingues de Trouville et de Villerville. L'identité de composition des deux assises est frap-

pante. Il en résulte que le calcaire à Polypiers de Brucdale occupe la même position que le calcaire siliceux d'Hennequeville. Il est intéressant de signaler ici que M. Pellat a recueilli dans les grès de Brunembert plusieurs Ammonites qui paraissent devoir être rattachées à des types de la zone à *Am. polyplocus.*

A ces grès succèdent des calcaires oolithiques dans lesquels M. Pellat a distingué trois niveaux : 1° l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé, ou oolithe à Nérinées dans laquelle nous trouvons la *Ter. cincta* et la *Zeilleria Egena, Bayle* (1), des calcaires crayeux de Bourges, avec la *Ph. Protei* du Havre; — 2° des argiles à *O. subdeltoïdea* et des calcaires compacts peu épais; — 3° les calcaires de Bellebrune jaunâtres, sableux, très fossilifères avec marne blanche oolithique; c'est là seulement où nous rencontrons la vraie *Zeilleria humeralis.*

Comme l'ont bien reconnu les géologues de Boulogne, ces couches correspondent rigoureusement aux « Supracoralline beds » et aux minerais de fer d'Abbotsbury en Angleterre. C'est à ce niveau qu'on rencontre dans ce pays la *Zeilleria lampas* (Sow.), qui ne doit être considérée que comme une variété plus développée de la *Z. humeralis*, variété que nous retrouvons abondamment dans le Berry dans l'Oolithe à Nérinées, tout à fait au sommet des Calcaires à Astartes.

Les sables et grès de Wirvigne surmontent dans le Boulonnais les calcaires de Bellebrune : ils renferment comme les calcaires à Ptérocères du Havre, le *Pygurus Royeri*, *Ter. subsella*, et la même forme d'*Ex. virgula* à gros plis.

Comme au Havre, on retrouve au-dessus la zone à *A. orthocera.*

TROISIÈME PARTIE : ARDENNES ET MEUSE

Le Boulonnais nous présente une partie de l'ancien rivage jurassique constitué par ce que l'on a appelé l'*axe de l'Artois.* Si on suit ce rivage vers l'est, on voit les formations jurassiques disparaître d'abord sous le terrain crétacé, puis reparaître dans les Ardennes. Notre confrère et ami, M. de Lapparent, a bien voulu nous communiquer le résumé suivant de ses observations sur cette région.

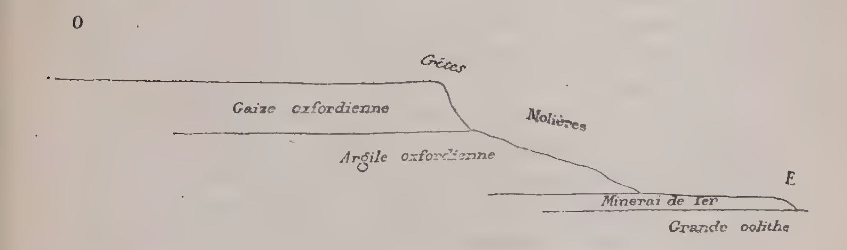
« Au-dessus des minerais de fer calloviens, à *A. anceps*, *A. Chamousseti*, *A. Goweri*, *Ostrea Knorri*, avec plaquettes et argiles à *Trigonia arduennensis*, s'étend la grande masse de l'Oxfordien, puissante de 100 à 120 mètres.

» Cette masse se sépare en deux étages nettement distincts : l'étage inférieur argileux, très peu fossilifère, à *Gryphea dilatata* (var. renflée et recourbée); l'étage supérieur, gaizeux.

(1) C'est l'espèce que nous avions signalée, sans la nommer, dans notre première note sur le Berry. *Bull. Soc. géol.*, t. III, p. 127, n° 50 (*Waldheimia* Sp.)

» Le premier forme des pentes douces sur lesquelles sont assises les parties riches des forêts depuis la Meuse jusqu'à Signy-l'Abbaye (Molières).

» Le second donne naissance à des escarpements très raides, également couverts de bois et formant ce que, dans le pays, on appelle les *Crêtes*.



» La gaize oxfordienne, tendre dans sa partie inférieure, où elle ne contient guère que des moules de *Pholadomya*, *Pecten*, *Mytilus*, avec *Ammonites Mariae*, devient de plus en plus siliceuse en approchant de son sommet. L'arête des Crêtes, au voisinage d'Omont et du Mont-Dieu, est constituée par une assise de gaize sans consistance, empâtant de très nombreux nodules gris bleuâtres, d'une grande dureté, où les fossiles sont, pour la plupart, devenus siliceux. C'est là qu'on commence à trouver en abondance *Ostrea gregarea*, et *G. dilatata* (var. très grande et plate).

» Derrière le village de Sauville, sur le chemin de Sauville à Louvergny, cette gaize à rognons durs, exploitée pour l'empierrement, est recouverte immédiatement par une marne moitié sableuse, moitié argileuse, avec quelques petites oolithes ferrugineuses, et nombreux fossiles, la plupart siliceux, du niveau de Neuvizy. On y trouve :

» *Ammonites Martelli* (cf.), *A. cordatus*, *Gr. dilatata* major, *O. gregarea*, *Chemnitzia heddingtonensis*, grandes *Gervillies* à charnière extrêmement épaisse, nombreux *Pecten* du type *P. vagans*, *Gryphœa bullata*, avec les oursins suivants : *Galeropygus*, *Cidaris cervicalis* (radioles). *Acrosalenia decorata*, *Echinobrissus micraulus* (particulièrement abondant), *Pseudodiadema;* enfin une grande abondance de *Millericrinus*.

» Immédiatement au-dessous de cette couche, dans une exploitation de nodules, j'ai trouvé, une seule fois, un *Dysaster*.

« Au point en question, la couche, entamée en tranchée, est peu ferrugineuse ; ses affleurements vers l'est paraissent le devenir davantage à mesure qu'ils sont moins recouverts et sur les crêtes de La

Cassine on rencontre des plaques de terrain ferrugineux très rouge, avec fossiles silicifiés de ce niveau.

» A Neuvizy, la couche exploitée est dans ces mêmes conditions, c'est-à-dire qu'on ne l'observe qu'en *affleurements extrêmes*, venant couronner la crête de gaize oxfordienne. Là, elle constitue une couche de 2 à 3 mètres, entièrement composée d'oolithes ferrugineuses, dans laquelle sont *interstratifiés* de petits lits discontinus de fossiles en partie brisés et silicifiés (faune de Neuvizy.)

» Toute idée de transformation ultérieure de la couche doit être exclue, car elle est recouverte par un petit conglomérat de cailloux et de sable vert, appartenant à l'époque du Gault inférieur.

» Je suis porté à croire que le caractère ferrugineux était spécial au bord extrême du bassin et que, plus on s'avançait vers le centre, plus le faciès calcaire ou marneux tendait à s'accentuer.

« En effet, le long et au pied de la crête corallienne qui s'étend au sud de Neuvizy, notamment à Mazerny, rien ne trahit l'élément ferrugineux, tandis qu'il suffit de s'avancer jusqu'aux affleurements extrêmes de la crête pour retrouver les couches à l'état de minerai, anciennement exploité.

» En tous cas, à Mazerny comme à Sauville, Louvergny, Chagny, etc., on peut constater que l'Oxfordien de Neuvizy est immédiatement recouvert par une *marne* argileuse et d'un gris *noirâtre à la base*, de plus en plus calcaire au sommet, où abonde *Phasianella striata*, de dimensions souvent gigantesques. Avec elle se rencontrent des fragments, quelques-uns très gros, d'Ammonites, les unes du groupe *Perisphinctes*, c'est l'*A. Martelli*, d'autres du type *Aspidoceras*.

» Cette argile ou marne a 10 ou 12 mètres d'épaisseur.

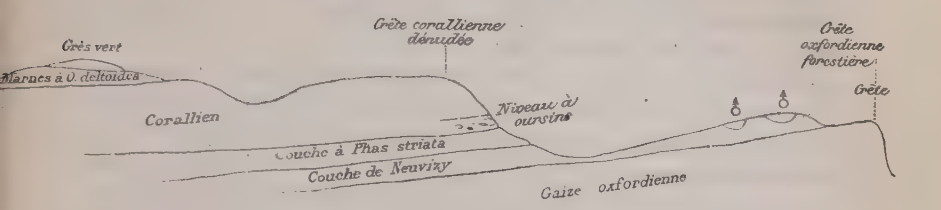
» Elle est immédiatement surmontée par le Corallien, sous forme d'une *marne calcaire* avec de très nombreuses petites huîtres (type *bruntrutana*) et de très gros radioles de *Cidaris florigemma*.

» Cette marne calcaire n'a que 2 ou 3 mètres et supporte les vrais *récifs à nombreux Polypiers en place*, rognonneux et caverneux, contenant les oursins ordinaires du Glypticien, entre autres *Hemicidaris crenularis*.

» Au-dessus de ce niveau rognonneux, spathisé par remplissage des Polypiers et exploité en de nombreux points pour les routes, le Corallien devient plus marneux, à cassure assez plane, blanc jaunâtre. Plus haut il redevient dur et contient des moules de *Diceras*. Enfin à la partie supérieure, en divers points des environs du Chesne (Petites Armoises, etc.), il forme des bancs réguliers d'un sable oolithique, parfois agrégé, avec moules de Nérinées.

» Au sommet de la route du Chesne à Poix, le Corallien est recou-

vert par une marne argileuse à *Ostrea subdeltoidea* typique (l'Orphane, Montardré). Mais cette marne est difficile à bien voir, recouverte qu'elle est constamment par les débris de la formation du Grès vert.»



Cette description si claire est tout à fait d'accord avec celle que Buvignier a donnée de la même région en 1842; elle est précisée par une meilleure détermination de fossiles. Nous allons compléter d'après ce dernier auteur la partie supérieure de la coupe.

Au-dessus du Coral-rag, Buvignier signale la couche de marne noire avec *O. subdeltoidea:* elle renferme des plaquettes de calcaire gris marneux et des lumachelles surbordonnées; son épaisseur est de 2 à 3 mètres. Elle est surmontée par un calcaire jaunâtre oolithique (ép. 4 à 5 m.), qui constitue avec la couche précédente le sous-groupe inférieur du Calcaire à Astartes. Nous ne pouvons guère y citer d'après les listes de Buvignier, outre les nombreuses Astartes qui donnent leur nom à l'étage, que les fossiles suivants : *O. subdeltoidea*, *O. solitaria*, *Ex. bruntrutana*, *Ter. subsella* et *Bel. Souichi?* (c'est probablement le *Bel. nitidus*).

Le sous-groupe supérieur comprend « des calcaires marneux blanchâtres et des calcaires grisâtres sub-compacts, passant vers le » haut à des calcaires grisâtres gris compacts, d'aspect lithogra» phique, qui ont une épaisseur considérable. Ils sont recouverts » par des calcaires d'un *blanc très vif*, tantôt terreux et empâtant » des oolithes irrégulières, la plupart plus grosses que des pois, » tantôt oolithiques à grains irréguliers, tantôt crayeux, tantôt enfin » très compacts. Au-dessus viennent des calcaires compacts, puis » des calcaires marneux avec *Ex. virgula*, *Pholadomya Protei*, *Pterocera Oceani*. ». M. Buvignier signale à la partie supérieure de ce sous-groupe de petits lits coquilliers rougeâtres à lamelles cristallines. Ce caractère est très constant dans tout toute la région de l'est au niveau des couches à Ptérocères. Au-dessus on retrouve les marnes proprement dites à *Ex. virgula.*

On voit que nous retrouvons ici avec un plus grand développement les argiles à *Osubdeltoidea* et l'Oolithe à Nérinées du Boulon-

nais, recouverts par les Marnes à Ptérocères du Havre. Les relations et équivalences de ces couches sont une fois de plus confirmées.

Si maintenant nous cherchons à suivre ces diverses couches vers le sud, nous aurons la bonne fortune de retrouver encore dans la Meuse les consciencieuses études de Buvignier dont nous avons toujours pu vérifier la scrupuleuse exactitude.

Occupons-nous d'abord des étages inférieurs, sur lesquels nous n'aurons que peu de choses à ajouter. Buvignier signale dans le nord du département des minerais de fer qu'il considère comme le prolongement des minerais calloviens du département des Ardennes : nous avons retrouvé ce niveau représenté par des calcaires argileux à partir de Toul et nous l'avons suivi vers le sud jusqu'aux minerais de fer de Liffol dans la Haute-Marne (1).

Les marnes oxfordiennes qui viennent au-dessus ne nous ont fourni qu'un petit nombre de fossiles ; elles constituent dans le département de la Meuse une ligne de pentes raides couronnées par les calcaires du Corallien, c'est ce qu'on appelle les *côtes*. Nous y avons recueilli à la base près de Toul le *Belemnites clucyensis* et de nombreuses *Nucula ;* à un niveau un peu plus élevé, dans une carrière d'argile ouverte à Happoncourt près de Neufchateau nous avons rencontré de nombreux *A. Mariæ* associés à de jeunes *Peltoceras* (*P. athleta ?*)

Ces argiles sont recouvertes par un système de couches calcareo-siliceuses où l'on retrouve les fossiles de Neuvizy et notamment *Ter. Galliennei*, *Zeilleria Parandieri*, *Ter.* (*Dictyothyris*) *dorsocurva*, *Rhynchonella Thurmanni*, associés au *Dysaster bicordatus* et à de nombreuses *Pholadomyes*. C'est la faune et le prolongement stratigraphique des couches de Neuvizy ou zone à *A. cordatus*. Il est intéressant de retrouver à ce niveau la faune de l'Argovien de M. Marcou, l'*Echinobrissus micraulus* si abondant à Neuvizy et le *Dysaster bicordatus*, que nous trouvons aussi dans le Boulonnais, dans les Ardennes et dans la Meuse, toujours à ce niveau.

La partie supérieure de cette zone est bien visible à la station de Pagny-sur-Meuse : les déblais accumulés à l'extrémité ouest du tunnel ont fourni à notre confrère M. Schlumberger, ingénieur en chef de la marine, une faune des plus intéressantes : tous les fossiles y sont siliceux et remarquablement conservés. Les mêmes couches sont visibles dans un emprunt pour le chemin de fer, ouvert à la sortie de la gare ; on peut y recueillir en abondance *Ter. Galliennei*, *Rh. Thurmanni*, avec *Zeilleria Parandieri*, de nombreux *Millericrinus* et le *Dysaster bicordatus*. Au N. de la gare on voit ces couches présenter à

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VI, p. 568 et suiv.

leur partie supérieure des lits de grandes *Gryphea bullata*, formant également un horizon très constant dans toute la région.

Immédiatement au-dessus apparaissent brusquement de grands amas de Polypiers avec nombreux Echinides (*Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus*), et *Zeilleria Censoriensis*. Les Brachiopodes y sont encore quelquefois siliceux, surtout à la partie tout à fait inférieure.

Ces couches qui représentent la base de ce qu'on a appelé l'étage corallien sont assez uniformes dans toute la région comprise entre Commercy et Neufchateau. Tantôt les calcaires à Polypiers forment des nappes continues, tantôt ils présentent une tendance à constituer des récifs plus ou moins arrondis et séparés, dont l'intervalle est rempli par des calcaires crayeux ou subcrayeux. Souvent ces calcaires sont moins résistants aux agents atmosphériques et les récifs de Polypiers, restant en saillie, forment des roches plus ou moins pittoresques, telles sont les *roches de Saint-Mihiel* au nord de cette ville ; un phénomène analogue peut s'observer au bas de la falaise de Pagny-la-Blanche-Cote.

Ce affleurements du Corallien représentent une ligne de récifs analogue à celles que l'on observe autour des îles du Pacifique : du coté de la haute mer, là où les vagues déferlaient, il s'est déposé aux pieds du récif un calcaire grossier avec débris de crinoïdes ressemblant beaucoup au calcaire à entroques : des calcaires de cette nature sont exploités en plusieurs points autour de Commercy. Du côté de la terre, au contraire, ou dans les passes abritées, nous devons retrouver des sédiments plus fins, tels que les calcaires crayeux ou subcrayeux que l'on peut observer entre les récifs de Polypiers à Saint-Mihiel et à Pagny-la-Blanche-Cote. Dans les passes plus larges, plus ou moins soumises à l'influence d'apports argileux, comme par exemple à l'embouchure des cours d'eau, nous aurons des dépôts fins de calcaire lithographique ou de calcaire marneux. — Plusieurs accidents de cette nature ont été signalés par Buvignier : le plus connu est celui de Creuë où des calcaires fins, compacts avec *Ammonites* et *Pholadomyes*, viennent affleurer sur le niveau stratigraphique des calcaires à Polypiers et sont, comme ces derniers, superposés aux calcaires à fossiles siliceux, Nous avons pu étudier un de ces accidents, celui de Girauvoisin.

La faune des calcaires de Creuë est des plus intéressantes. Si, en effet, la faune dite corallienne est si nettement distincte de la faune oxfordienne, c'est qu'elle correspond à un changement complet de faciès ; ce sont des animaux d'*habitat différent*, mais rien ne prouve qu'ils soient d'*âge différent*. Dans la faune de Creuë, au contraire,

nous retrouvons le même faciès marneux que dans l'Oxfordien, et la comparaison des deux faunes pourra alors nous permettre de préciser la différence d'âge des deux dépôts. Parmi les Ammonites qui ont été recueillies à ce niveau il nous suffira de signaler l'*A. canaliculatus* caractéristique d'une zone particulière, dont l'existence a été signalée en un très grand nombre de points au-dessus de la zone à *A. cordatus*, et dans laquelle on trouve également l'*A. transversarius*. La partie inférieure de ce qu'on a appelé Corallien dans la Meuse et les Ardennes, doit donc être considérée comme synchronique de la zone à *A. canaliculatus* ou à *A. transversarius*.

Nous avons déjà signalé l'analogie frappante de constitution et de position des calcaires de Creuë avec ceux du mont des Boucards dans le Boulonnais ; cette même analogie se retrouve dans la faune de ces de ces deux localités ; nous avons cité plus haut comme identiques dans les deux localités les *Ph.* cf. *Protei*, *Ph. lineata.* et *Ph. pelagica.*

La partie inférieure des calcaires du mont des Boucards représenterait donc aussi la zone à *A. canaliculatus* et serait bien comme nous l'avons dit déjà l'équivalent de la partie supérieure de l'Oolithe de Trouville.

Si nous continuons maintenant l'examen des couches de la Meuse, nous trouverons au-dessus des calcaires à Polypiers, des calcaires tantôt crayeux ou subcrayeux, tantôt oolithiques. Vers la partie supérieure on distingue un niveau de calcaires blancs à oolithes irrégulières avec *Diceras* et *Nérinées*, c'est le niveau du *Diceras arietinum*, dont la faune est bien connue aux environs de Saint-Mihiel, grâce aux recherches de notre confrère M. Moreau.

Au-dessus on distingue des calcaires presque toujours compacts et d'un blanc de craie, souvent exploités, et formant dans cette région un horizon d'une grande constance. Nous les avons observés près de Saint-Mihiel, au nord à la côte Sainte-Marie, et au sud dans une grande carrière située immédiatement au-dessous du fort qui a été établi sur l'emplacement du Camp romain ; près de Commercy sur la route de Saux avant la forêt ; à Voix, où ces calcaires sont finement oolithiques et exploités en plusieurs points autour de la ville. Ils sont également exploités au N. de Vaucouleurs, au sommet de la falaise de Pagny-la-Blanche-Cote. Nous les retrouverons encore plus au sud à Chermizey. Ils terminent dans cette région ce qu'on a appelé « l'étage corallien ». C'est bien l'opinion à laquelle s'est arrêté M. Hébert (1), et, avec lui, la plupart des géologues considèrent les assises que nous rencontrerons plus haut comme faisant partie du « Calcaire à Astartes ».

(1) Les Mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, 1857, p. 58 et suivantes.

Au-dessus du Corallien nous avons vu que Buvignier avait reconnu dans les Ardennes les niveaux suivants de bas en haut :

1° Marnes à *O. subdeltoidea* et lumachelles, avec calcaires jaunâtres oolithiques.

2° Calcaires marneux et lithographiques.

3° Oolithe blanche.

4° Calcaires compacts et marneux à *Pterocera Oceani.*

Nous allons retrouver la même succession de couches entre Commercy et Neufchateau.

I. *De Commercy à Saux.* Commercy est situé sur la partie inférieure du Corallien dont les couches affleurent sur la route de Lérouville. Au dessus de la ville sur la route de Saux, on voit affleurer à l'entrée de la forêt, les calcaires oolithiques à Nérinées surmontés par les calcaires blancs compacts, oolithiques par places, qui terminent le Corallien. Au-dessus on voit affleurer des calcaires marneux avec lits rougeâtres oolithiques intercalés, puis des lumachelles à petites huîtres et des marnes brunes avec fragments d'*O. subdeltoidea.* C'est bien la base du Calcaire à Astartes. De l'autre coté du ravin on retrouve les lits rougeâtres oolithiques avec *Rh. pinguis* et *Goniolina geometrica* recouverts par des lumachelles et des marnes argileuses. Au-dessus on voit affleurer des calcaires marneux passant vers le haut à des calcaires compacts ou lithographiques et surmontés par une couche de *calcaire blanc oolitique* avec petits galets calcaires irréguliers. A ces calcaires succèdent des calcaires lithographiques qui se terminent au point culminant par des calcaires grumeleux avec *Zeilleria humeralis.* La route en redescendant reste sur ces mêmes couches supérieures qui plongent vers le S.-O. et à la sortie du bois une carrière est ouverte dans des calcaires rougeâtres glanduleux, avec *Terebratula subsella*, *Goniolina geometrica* et *Ptérocères.* Au-dessus de l'autre coté du vallon affleurent les marnes à *Exogyra virgula* du Kimméridien proprement dit ou *Virgulien.*

II. *De Void à Ménil-la-Horgne.* La série des couches est la même : tout autour de Void on exploite des calcaires durs oolithiques qui paraissent subordonnés aux calcaires compacts du haut du Corallien, ou plutôt leur sont immédiatement superposés. Dans les carrières mêmes, ces calcaires sont surmontés par des marnes et calcaires marneux avec lumachelles d'*Exogyra bruntrutana.* Ces couches marneuses se prolongent jusqu'à la ferme de Rieval où une ancienne carrière abandonnée montre au-dessus du calcaire marneux, une couche de *calcaire blanc oolithique* avec moules de *Diceras*, *Nérinées* et *Rh. pinguis.* Cette assise se termine à sa partie supérieure par une couche dure à très grosses oolithes qui affleure sur la route à

800 m. environ au N.-O. de la ferme. Elle est recouverte par des calcaires compacts et glanduleux en lits minces et réguliers qui ont été exploités sur le bord de la route et qui renferment la *Zeilleria humeralis*. Plus haut on rencontre les calcaires avec intercalations de lits rougeâtres caractérisés par la *Ter. subsella* et les *Pterocères*, puis enfin avant le village les marnes du Virgulien.

III. *De Vaucouleurs à Mauvages.* — Nous n'avons eu occasion de relever que les deux extrémités de la coupe. Aux environs de Vaucouleurs, les calcaires blancs compacts du sommet du Corallien sont exploités à la sortie du bourg vers le nord. Au-dessus se montre un système de marnes et de lumachelles à *Ex. bruntrutana* dans lesquelles on rencontre de véritables argiles : telles sont celles que Buvignier signale à la tuilerie de Septfond ; c'est à ce niveau également que se trouvent celles que nous avons vu exploiter à Montigny-les-Vaucouleurs où elles forment un niveau d'eau important. A la tuilerie de Septfond on peut encore observer à la base un calcaire jaunâtre lumachelle avec *Ex. bruntrutana*, *Zeilleria Egena* (cf. *humeralis*), au-dessus des marnes grises et bleues, passant vers le haut à un calcaire compact lithographique avec plaquettes gréseuses. Ces calcaires compacts, marneux par places, forment tout le coteau qui sépare Montigny de Vaucouleurs. — Vers le haut on y distingue des calcaires durs subcrayeux, irrégulièrement oolithiques, blancs ou jaunâtres, présentant souvent de fines oolithes et empâtant de pseudo-oolithes plus grosses, avec *Zeilleria Egena*, *Nérinées* et *Astartes*. Un peu plus au sud, au-dessus de Neuville, ces mêmes calcaires se retrouvent avec un faciès franchement corallien.

A l'autre extrémité de la coupe on voit apparaître au fond du vallon de Mauvages, sur le coté droit, les calcaires compacts grumeleux en lits minces et réguliers avec *Zeilleria humeralis ;* ces couches plongent vers l'ouest et viennent passer sous les couches franchement kimmeridiennes dans lesquelles a été ouvert le souterrain de Mauvages.

IV. *De Greux à Gondrecourt.* — La coupe est analogue aux précédentes : à l'ouest de Greux on voit affleurer les couches siliceuses du sommet de l'Oxfordien avec *Dysaster bicordatus*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Terebratula Galliennei*, *Pholadomya exaltata*, etc. Au-dessus au coude de la route apparaissent les bancs inférieurs du Corallien avec *Zeilleria delemontana* (1), puis le Corallien proprement

(1) Les *Zeilleria delemontana* et *Zeilleria censoriensis* paraissent être des variétés d'une même espèce et se remplacent mutuellement au même niveau. La *Z. censoriensis* plus épaisse, de plus grande taille, paraît représenter un degré de développement de plus, dû à des conditions d'existence plus favorables. A Druyes

dit avec ses caractères habituels. Au sommet de la montée, vers la fin du bois de Greux, on trouve le niveau marneux qui correspond à la base du Calcaire à Astartes; on le retrouve plus loin au-dessus de Vouthon-Bas. Il est surmonté par des calcaires compacts ou oolithiques qui affleurent jusqu'à Gondrecourt : la route restant toujours en plateau se prête mal à l'étude de la succession des assises, mais une tranchée à l'arrivée de cette ville et la vallée de l'Ornain donnent une bonne coupe de la partie supérieure du Calcaire à Astartes. A un kilomètre au sud de la ville, dans la vallée, on voit apparaître les *calcaires blancs oolithiques* de la partie moyenne du Calcaire à Astartes, surmontés par des calcaires lithographiques en bancs minces bien visibles dans la tranchée du chemin qui descend de la gare à Gondrecourt; ces calcaires lithographiques affleurent également sur la route de Greux au-dessous du château et sur celle d'Abainville où ils présentent dans les délits marneux *Zeilleria humeralis* (type) et *Goniolina geometrica*. Au-dessus, la tranchée de cette même route donne la coupe suivante, de bas en haut :

1° Calcaire lithographique dur, formant le sommet du système précédent;
2° Oolithe grossière et irrégulière rougeâtre ou bleuâtre, tantôt peu agrégée, tantôt passant à des lits de calcaire très dur (*Goniolina geometrica*; moules de *Diceras*) . . 2m,50
3° Bancs minces peu réguliers de calcaire dur rougeâtre et bleuâtre avec filets marneux 2m,00
4° Banc très dur de lumachelle bleuâtre 0m,20
5° Marne et calcaire marneux bleuâtre avec fragments de petites huîtres 1m,50
6° Calcaire marneux bleuâtre présentant à la base un lit plus dur de 0m,15 formant saillie 1m,50
7° Marne et calcaire marneux dur avec *Ex.* cf. *virgula* . . 2m,00
8° Calcaire glanduleux très dur avec parties oolithiques; filets marneux vers la base; vers le haut couche plus marneuse avec nombreuses *Z. humeralis*, de grande taille (*Ter. subsella*, *Pterocera Oceani*, *Pt. Ponti*, *Nerinea Desvoidyi*, *Goniolina geometrica*) 2m,50
9° Calcaire glanduleux analogue au précédent, moins dur et renfermant en abondance la *Ter. subsella*. Même faune que le précédent 2m,50

où la *Z. censoriensis* est fréquente on observe que tous les Brachiopodes sont de très grande taille et présentent un développement anormal.

C'est la partie supérieure de l'étage; immédiatement au-dessus le sol s'élève sur les couches marneuses du Virgulien.

Si nous remontons la vallée de l'Ornain ver le sud, nous reverrons les *calcaires blancs oolithiques* bien développés depuis la vallée du Vauron jusqu'au bois de Montruche, puis au-dessus des calcaires blancs compacts avec *Rh. pinguis*, *Zeilleria Egena*, qui affleurent dans le bois de Bertheleville et jusqu'au delà de ce village, où ils forment falaise sur le bord de la route. Des calcaires de même nature se montrent encore jusqu'à Dainville où apparaissent des deux côtés de la vallée les marnes et lumachelles à *Ex. bruntrutana* du Calcaire à Astartes inférieur : on les voit affleurer sur la rive gauche, au sud du village à la descente, et sur la rive droite au-dessus des carrières ouvertes dans des bancs durs bleuâtres oolithiques qui paraissent représenter la pierre de Void, c'est-à-dire la base du Calcaire à Astartes.

V. — Nous croisons ici une coupe des plus complètes et des plus intéressantes, celle *de Neufchâteau à Chassey* par Chermisey et Dainville.

Elle débute par le Bathonien à Neufchâteau : nous en avons donné la coupe dans une note précédente (1). Nous avons signalé, au-dessus, le Callovien sur la rive gauche de la Meuse, sur la route de Frébécourt. A l'entrée de ce village on voit les premières couches de l'Oxfordien avec *Pentacrinus cingulatus*, puis au delà au nord-ouest du village les argiles à *A. Mariæ*. Au delà de Sionne on retrouve les couches siliceuses de la partie supérieure de l'Oxfordien, puis la base du Corallien. A la montée de Chermisey on peut relever la coupe suivante de bas en haut :

1° Calcaire dur irrégulièrement et grossièrement oolithique, rougeâtre (à rattacher au calcaire à Polypiers) . . . 10m,00
2° Calcaire blanc crayeux dur avec Gastropodes, Lamellibranches et Polypiers. Ce calcaire renferme par places des oolithes blanches irrégulières plus ou moins nombreuses; vers le haut il présente un niveau fossilifère avec *Diceras* et nombreuses *Nérinées ;* environ. 25m,00
3° Calcaire compact subcrayeux devenant vers le haut dur, compact et bleuâtre 25m,00
4° Calcaire compact, dur, glanduleux faisant saillie. . . 4m,00
5° Calcaire dur irrégulièrement oolithique par places (c'est la pierre de Dainville) 4m,00

La surface supérieure de ce banc est comme corrodée ; immédiate-

(1) *Bull. Soc. Geol.*, 3e série, t. VI, p. 568.

ment au-dessus et formant le haut de la côte on voit affleurer un niveau marneux avec *Exogyra bruntrutana* et *Zeilleria Egena* (de petite taille). C'est ce niveau que nous retrouvons toujours dans le sous-groupe inférieur du Calcaire à Astartes depuis Commercy.

De Chermisey à Avrainville et Dainville, la pente du terrain est à peu près égale au plongement des couches et la route suit le contact du banc dur n° 5 et des marnes à *Ex. bruntrutana.* Nous avons déjà signalé ces deux couches à Dainville.

Si on monte à l'ouest de ce village on voit affleurer au-dessus des marnes, des calcaires compacts et oolithiques avec Nérinées et Dicérates, exploités dans une carrière située un peu au S.-O. sur la route de Grand. Sur la route de Chassey ces couches passent à des calcaires lithographiques exploités un peu avant le sommet pour matériaux d'empierrement. Au-dessus apparaissent des couches d'un *calcaire oolithique* tendre, très *blanc*, sans fossiles, surmontées d'une assise à grosses oolithes avec Nérinées et *Rh. pinguis*, passant vers le haut à un calcaire compact, dur, oolithique par places avec Nérinées. Ce calcaire occupe les sommets vers le sud jusqu'au point 411. On peut évaluer à 50 mètres environ l'épaisseur de ces couches comprises entre la pierre de Dainville et l'oolithe blanche et à 15 mètres les couches qui dépendent de cette dernière assise.

La route redescend ensuite vers l'ouest : on retrouve les calcaires à oolithes irrégulières un peu avant le bois des Tallottes, puis au-dessous dans le bois, les calcaires blancs oolithiques et les calcaires blancs compacts, enfin au fond les calcaires lithographiques inférieurs. Au delà du ruisseau, à la montée, les calcaires blancs oolithiques sont bien développés ; au-dessus on retrouve les calcaires à grosses oolithes irrégulières avec *Rh. pinguis*, puis les calcaires lithographiques, prolongement des couches de la gare de Gondrecourt. Ces calcaires eux-mêmes deviennent glanduleux vers le haut et renferment alors la *Zeilleria humeralis* et la *Ter. subsella*. La partie supérieure de ces couches avec lits de calcaire oolithique rougeâtre est visible sur la route au sud-ouest de Chassey. L'épaisseur de ce système est de 20 mètres environ.

Un peu plus au sud la coupe de Grand à Germay reproduit celle de Dainville à Chassey : on retrouve successivement la pierre de Dainville, le niveau marneux, des calcaires compacts ou lithographiques avec plusieurs accidents oolithiques, les calcaires blancs oolithiques bien développés depuis les sommets à l'ouest de Grand jusqu'au fond du vallon à l'entrée du bois de Germay, et au-dessus les couches à grosses oolithes, puis les calcaires lithographiques de Gondrecourt à *Zeilleria humeralis*.

Toutes ces coupes s'accordent d'une manière remarquable et reproduisent la série des assises établies à l'origine par Buvignier pour les Ardennes.

Signalons en particulier cette couche d'*oolithes blanches* de la partie moyenne, qui forme un horizon d'une constance remarquable. Par ses grosses oolithes et les *Diceras* qu'elle renferme sur quelques points, elle présente certaines analogies avec la couche à *Diceras*, dite de Saint-Mihiel, mais elle occupe en réalité un niveau bien plus élevé dans la série et en est séparée par une épaisseur de sédiments qui vers Dainville dépasse 70 mètres. Du reste les couches entre lesquelles sont respectivement comprises ces deux assises oolithiques ont des caractères très différents et ne permettent aucune confusion.

Nous voici arrivé à la limite de la Haute-Marne si bien connue par les travaux stratigraphiques et paléontologiques de MM. Royer, Barotte, Tombeck et de Loriol : il était indispensable de poursuivre nos études au moins dans la partie nord de ce département pour nous permettre de nous relier avec les remarquables travaux dont cette région a été l'objet.

Nous avons eu la bonne fortune de pouvoir étudier la vallée du Rognon et celle de la Marne avec deux de nos collègues attachés au service de la Carte géologique détaillée, M. Bertrand qui s'est voué depuis plusieurs années à l'étude du Jura, et M. Rolland chargé de la feuille de Mirecourt.

La coupe de la vallée du Rognon présente les plus grandes analogies avec celles de Neufchâteau à Chassey : à la base l'Oxfordien marneux avec Ammonites pyriteuses (*A. Mariæ*), présentant déjà à sa partie supérieure ; l'*A. cordatus* au-dessus, l'Oxfordien siliceux avec ses fossiles habituels, surmonté par des calcaires marneux grisâtres dans lesquels apparaissent les fossiles du Glypticien (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Zeilleria delemontana*).

On voit ensuite apparaître les calcaires à Polypiers, puis les calcaires oolithiques à *Dicérates* de Doulaincourt, représentant avec un plus grand développement les calcaires de même nature de la montée de Chermizey et probablement aussi les calcaires blancs subcrayeux qui leur sont sont immédiatement superposés dans ce dernier point. Quelques assises de calcaire grumeleux correspondent aux couches supérieures de ces mêmes calcaires et terminent la série du Corallien.

Au-dessus vient affleurer un puissant massif de calcaires compacts

avec accidents oolithiques présentant souvent vers la base quelques lits marneux avec *Exogyra bruntrutana* et caractérisés par la *Zeilleria Egena* (cf. *humeralis*) : c'est le *Corallien compact* de M. Tombeck ou 1re zone à *Ter. humeralis*, ou zone à *A. Achilles*, qui se trouve être le prolongement stratigraphique de la pierre de Dainville, des calcaires marneux et compacts de la montée à l'O. de Grand, de ceux de la montée à l'O. de Dainville, des calcaires de Bertheleville au S. de Gondrecourt : c'est l'équivalent du sous-groupe inférieur du Calcaire à Astartes de Buvignier.

Au-dessus nous retrouvons le deuxième horizon d'*oolithe blanche* à *Diceras*, c'est « l'Oolithe de la Mothe » dont les contours tracés sur la Carte géologique de MM. Royer et Barotte viennent rigoureusement se placer sur le prolongement de la couche de même nature que nous avons suivie depuis Commercy.

Les Calcaires à Astartes qui surmontent cette assise présentent à l'O. de Doulaincourt les mêmes caractères que ceux que nous avons observés à Germay, à Chassey, à Gondrecourt ; comme toujours, on retrouve à leur partie supérieure une couche avec Pterocères (*Pt. Ponti*). Nous avons vu, précédemment, que ces assises ne représentent en réalité que la partie supérieure des Calcaires à Astartes.

Si au lieu de suivre la vallée du Rognon on étudie les mêmes terrains un peu plus à l'ouest dans la vallée de la Marne, on retrouve à peu près sans modification les assises de la partie supérieure, mais les termes inférieurs sont profondément modifiés : le faciès littoral à Polypiers disparaît, et est remplacé par un faciès pélagique vaseux.

Les modifications commencent avec l'Oxfordien supérieur : au-dessus des couches à *Am. cordatus*, on observe la série suivante :

1° Calcaires à *Am. Martelli* (d'après Tombeck) avec *Hemithyris myriacantha* et *Am. transversarius ;*

2° Calcaires à *Am. Babeanus* (1) ;

3° Couche à *Am. hispidus* (ou *canaliculatus*), dans laquelle nous trouvons avec de nombreuses Pholadomyes et des fossiles oxfordiens, tels que le *Dysaster bicordatus* et la *Gr. dilatata* (ou plutôt *bullata*), des fossiles coralliens, le *Cidaris florigemma*, l'*Hemicidaris crenularis*. Il est bien difficile d'admettre que la première apparition de ces Echinodermes dans la vallée de la Marne, n'ait pas coïncidé avec la première apparition de ces mêmes animaux quelques kilomètres plus à l'est, dans la vallée du Rognon, et malgré la différence du faciès, nous serons conduits ici comme à Creuë à synchroniser le

(1) M. Tombeck a reconnu plus tard (*Bul. Soc. Géol.*, 20 avril 1874), que ce n'était pas le vrai *Am. Babeanus*, qui appartient à la zone à *Am. cordatus*.

Glypticien à *Zeilleria delemontana* de Roche-sur-Rognon (faciès corallien) avec les couches *A. canaliculatus* (faciès marneux) de la vallée de la Marne.

Au-dessus nous trouvons une assise dite « Marnes sans fossiles » avec intercalation et réapparition par places de calcaires grumeleux à faciès corallien, surmontés par le « Corallien compact » de même type que celui de la vallée du Rognon. Plus haut, on retrouve l'Oolithe de la Mothe, puis les Calcaires à Astartes supérieurs. Comme l'ont parfaitement reconnu MM. Royer et Barotte (1) et M. Tombeck, les marnes dites sans fossiles sont l'équivalent stratigraphique de l'oolithe à Diceras ou oolithe corallienne de Doulaincourt.

A Vouécourt même, dans le ravin du Heu, comme l'avait signalé M. Tombeck, nous avons pu voir les marnes sans fossiles supérieures venir s'appuyer en biseau sur les calcaires coralliens, et cette apparence n'est pas due à une faille : si on suit chacun des lits minces de la formation marneuse, on les voit se relever légèrement en approchant du calcaire à Polypiers et pénétrer dans les anfractuosités de ce dernier (2) ; les « marnes sans fossiles » présentent en ce point tous les caractères d'un dépôt vaseux qui s'est effectué au pied d'un récif déjà formé. C'est à la partie supérieure de ces marnes qu'on a recueilli l' *A. marantiamus* et l'*A. bimammatus*. La zone caractérisée par ces deux Ammonites est donc l'équivalent vaseux pélagique de l'oolithe corallienne ou zone à *Diceras arietinum*, de même que la zone à *A. canaliculatus* est l'equivalent pélagique du Glypticien à *Zeilleria delemontana*.

Ce qui explique l'apparition du faciès pélagique dans la vallée de la Marne, c'est que, au delà de Roche-sur-Rognon, le rivage de la mer corallienne s'infléchissait vers l'est en contournant le massif vosgien, laissant entre lui et le Morvan un détroit librement ouvert, par lequel le bassin parisien communiquait avec le bassin jurassien. Si nous pénétrons dans ce détroit, nous ne retrouverons plus que le faciès vaseux, comme c'est le cas par exemple dans la coupe de la vallée de l'Aube : on ne rencontre plus là que les marnes sans fossiles, sans intercalation de calcaires grumeleux. Mais au delà, sur l'autre rive nous verrons réapparaître les accidents coralliens bien

(1) Explic. Carte géol., Haute-Marne, p. 43.

(2) La surface de contact a une inclinaison de 10 à 20° ; nous devons ajouter que nous avons observé dans le voisinage de la surface de contact une petite faille avec rejet ; mais elle n'empêchait nullement de suivre les couches d'un côté à l'autre de la faille et de constater l'enchevêtrement des lits de marne avec le massif du calcaire corallien.

connus de Merry, de Coulange-sur-Yonne et de Chatel-Censoir, dans lesquels on retrouve avec le *Diceras arietinum* la faune de l'Oolithe corallienne de Doulaincourt et de celle de Saint-Mihiel. Au-dessous de ces dépôts nous retrouvons comme dans la Meuse le Glypticien de Druyes à *Zeilleria censoriensis* (variété de la *Z. delemontana*), et bien que l'on ait signalé dans cette région (1) la présence à un niveau un peu inférieur de l'*A. canaliculatus*, rien n'empêche de considérer encore ici le Glypticien de Druyes comme une dépendance de la zone caractérisée par ce dernier fossile.

Au-dessus de l'oolithe corallienne de Chatel-Censoir qui se termine par une couche de calcaire grumeleux très fossilifère (faune de Commissey) nous retrouvons des calcaires lithographiques à la base desquels nous avons recueilli l'*A. marantianus*.

La partie supérieure des calcaires lithographiques et les calcaires blanchâtres de Bazarne correspondent au Corallien compact de la Haute-Marne, tandis que les calcaires crayeux de Tonnerre qui les surmontent représentent le prolongement de l'Oolithe de la Mothe, dont les affleurements peuvent être suivis depuis la Haute-Marne, à travers le département de l'Aube.

On retrouve au-dessus avec leurs caractères habituels les Calcaires à Astartes supérieurs avec *Zeilleria humeralis*.

Dans une note précédente (2), nous avons déjà indiqué les relations stratigraphiques des assises de l'Yonne avec celles du Berry : la zone à *A. canaliculatus* est ici représentée par les marnes à Spongiaires; au-dessus la partie inférieure des calcaires lithographiques renferme les *A. marantianus* et *A. bimammatus*, tandis que au-dessus la grande masse de ces calcaires représente le prolongement du Corallien compact de la Haute-Marne et du Calcaire à Astartes inférieur de la Meuse. Le calcaire crayeux de Bourges vient se placer à peu près sur l'horizon des calcaires dits coralliens de Tonnerre, de l'Oolithe de la Mothe, de l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé dans le Boulonnais, des « supracoralline beds » de l'Angleterre. Au-dessus les Calcaires à Astartes supérieurs renferment avec la *Terebratula subsella* et la *Zeilleria humeralis*, l'*Am. Cymodoce*, et se terminent à leur partie supérieure par une couche à *Pterocera Ponti*.

CLASSIFICATION DES COUCHES

Nous voici arrivé au terme de notre étude, après avoir passé en revue la plus grande partie du bassin parisien. Sur tous les points,

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 104.
(2) Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Berry, par MM. Douvillé et Jourdy, *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 93, 21 déc. 1874.

nous avons pu reconnaître que, malgré des différences de faciès, les faunes se succédaient dans le même ordre.

Un des faciès les plus remarquables de cette période est le faciès dit corallien, caractérisé par une faune toute spéciale d'*Echinodermes*, de *Diceras*, de *Nérinées;* il se présente à des hauteurs différentes dans la série des couches, mais avec une faune presque toujours la même, ou du moins dont les variations n'ont pu être encore déterminées que d'une manière très incomplète.

Il résulte de là que la faune dite corallienne correspond bien plutôt à un faciès particulier qu'à une époque géologique précise et déterminée.

Il en est tout autrement si l'on compare les faunes pélagiques; elles présentent, dans la série verticale des couches, des variations faciles à apprécier qui permettent d'établir une série d'échelons ou de *zones* nettement caractérisées qu'on retrouve partout superposées dans le même ordre : c'est ainsi que l'on peut établir dans les terrains que nous avons étudiés la série suivante (de bas en haut), qui représentera pour nous une échelle chronologique :

1° Zone à *A. Lamberti* et *A. Duncani.*
2° Zone à *A. Mariæ* et *A. Renggeri.*
3° Zone à *A. cordatus.*
4° Zone à *A. canaliculatus* et *A. transversarius.*
5° Zone à *A. marantianus* et *A. bimammatus.*
6° Zone à *A. Achilles* et *Zeilleria Egena* (corallien compact).
7° Zone à *A. Cymodoce* (1), et *Zeilleria humeralis.*
8° Zone à *A. orthocera.*

Les principaux niveaux coralliens que nous avons reconnus viennent s'intercaler dans cette série de la manière suivante :

A. Glypticien de Druyes et de la Meuse à *Zeilleria delemontana* ou *Censoriensis*, dans la quatrième zone ou zone à *A. canaliculatus.*

B. Corallien de Trouville, de Brucdale, de Saint-Mihiel, de Doulaincourt, de Chatel-Censoir, etc., dans la cinquième zone ou zone à *A. marantianus.*

C. Corallien de Tonnerre et de Bourges, et Oolithe d'Hesdin-l'Abbé entre la sixième zone (*A. Achilles*) et la septième (*A. Cymodoce*).

Comment ces différentes ZONES pourront-elles être groupées pour constituer des TERRAINS?

Examinons d'abord comment elles ont été groupées jusqu'ici.

(1) Ce fossile se montre déjà dans la zone précédente.

…RE	NORMANDIE	BOULONNAIS	ARDENNES	MEUSE	HAUTE-MARNE	YONNE	CHER
…clay.	. . . .	. . . .	. . . . . . Zone à *A. orthocera.*	. . . .	. . . .	. . . .	
…otsbury.	Argiles à *A. Cymodoce.* et Marnes à Ptérocères.	Grès de Questrecque.	Calcaire à Ptérocères.	Calcaire à Ptérocères.	Calcaire à Ptérocères.		Calcaires à Ptérocères.
	Argile et calc. compact.	Calcaire sableux de Bellebrune.	Calcaires compacts.	Calcaires de Gondrecourt.	Calcaires à *Zeil. humeralis.*	Calcaires à *Z. humeralis.*	Calcaires à *Z. humeralis.*
…grit.	Grès et poudingue.	Oolithe d'Hesdin-l'Abbé.	Oolithe blanche.	Oolithe blanche.	Oolithe de la Mothe.	Calcaire crayeux de Tonnerre.	Calc. lithographique supérieur.
		Grès de Brunembert.	Calcaires marneux et oolithiques.	Calcaires compacts et oolithiques.	Corallien compact.	Calcaire compact de Bazarne.	Calcaire crayeux de Bourges.
…lay.	Arg. à *O. subdeltoidea.*	Arg. à *O. subdeltoidea.*	Marne à *O. subdeltoidea.*	Marne à *Ex. bruntrutana.*		Calc. lithographique.	Calc. lithographique.
…eds.	Calc. siliceux d'Hennequeville.	Coral-rag de Brucdale.	Calcaire oolithique à Nérinées.	Coral-rag de Saint-Mihiel.	Coral-rag de Doulaincourt. — Marnes sans fossiles.	Calc. lithographique à *A. marantianus.*	Calc. lithographique à *A. marantianus.*
	Coral-rag de Trouville. — Calcaire à *O. solitaria.*	Calcaire du mont des Boucards.	Calcaire marneux.			Coral-rag de Chatel-Censoir.	
…lites.	Oolithe de Trouville à *Nucl. scutatus.*		Calcaire à Polypiers.	Coral-rag à *Z. delemontana.* — Calc. de Creuë.	Marnes à *A. hispidus*, *A. transversarius*, *A. Martelli.*	Glypticien de Druyes.	Marnes à spongiaires.
		Calcaire d'Houllefort.	Marne à *A. Martelli.*			Marnes à *A. canaliculatus* et *A. cordatus.*	
…grit.	Argile à *O. gregarea.*	Calcaires de la Liégette.	Oolithe ferrugineuse de Neuvizy.	Calcaires à Chailles.	Marnes à *A. cordatus.*		Calcaire à *A. cordatus.*
	Oolithe ferrugineuse.						
…ay.	Marnes de Villers.	Argiles du Wast. sup. (Coquillot).	Gaize à *A. Mariæ.*	Argiles à *A. Mariæ.*	Marnes à *A. Mariæ.*	Manque.	Marnes à *Amm. pyriteuses.*
	Marnes de Dives.	Argiles du Wast. inf (Montaubert).	Marnes à Amm. pyriteuses	Marnes à *Bel. clucyensis.*	Marnes à *A. Lamberti.*	Manque.	Manque.

L'*Oxford clay* de Smith comprend nos trois premières zones à *A. Lamberti*, *A. Mariæ* et *A. cordatus*, son *Coral rag and pisolite* correspond à peu près aux zones 4 et 5 à *A. canaliculatus* et *A. marantianus*, tandis que son *Kimmeridge clay* embrasse nos trois dernières zones à *A. Achilles*, *A. Cymodoce* et *A. orthocera*.

Si maintenant nous passons à la classification de d'Orbigny, nous avons vu que par suite de la grande extension de son *Callovien*, l'*Oxfordien* ne commence qu'avec la zone à *A. cordatus;* il se termine au terrain *corallien* dans lequel d'Orbigny a réuni toutes les couches à faciès corallien. Enfin les assises supérieures au Corallien ont été attribuées au *Kimmeridien*. Dès l'instant où les couches à faciès corallien occupent des niveaux différents, il en résulte que les terrains définis par d'Orbigny ont une composition hétérogène. C'est ainsi que la zone à *A. Achilles* est kimmeridienne au Havre (Argiles à *O. deltoidea*), et oxfordienne dans la Haute-Marne et le reste de la France. De même la zone à *A. canaliculatus* est tantôt oxfordienne, tantôt corallienne; il en est de même pour la zone à *A. marantianus*, oxfordienne à Marans, et corallienne à Doulaincourt et à Saint-Mihiel.

Une solution radicale consisterait à supprimer le terme de « terrain corallien » comme mal défini. D'un autre côté, au point de vue pratique il sera souvent difficile de séparer la zone à *A. canaliculatus* de la zone à *A. marantianus*, le Glypticien de la Meuse, de l'Oolithe à Diceras : il serait donc en tout cas utile de limiter l'Oxfordien au-dessus de la zone à *A. cordatus*, et de même il serait avantageux de ne faire commencer le Kimméridien qu'avec la zone à *A. orthocera*. Il resterait ainsi entre l'Oxfordien et le Kimméridien une série d'assises réparties en quatre zones. Le nom d'*Astartien* considéré comme synonyme de *Calcaires à Astartes*, a été appliqué aux deux zones les plus élevées (Z. à *A. Achilles* et Z. à *A. Cymodoce*), il ne resterait donc plus que deux zones (Z. à *A. canaliculatus* et à *A. marantianus*), qui comprennent, au moins dans le bassin de Paris, le plus grand nombre des accidents coralliens, et en particulier ceux qui sont caractérisés par le *Diceras arietinum ;* on pourrait appliquer à ces deux zones soit un nom nouveau, soit l'ancien nom de Corallien; c'est la solution qui nous paraît la meilleure et la plus rationelle.

Nous reconnaissons du reste que ces questions de classification sont d'importance secondaire : le point capital est l'établissement de zones rigoureusement synchroniques, et c'est vers ce but que doivent converger les efforts des géologues. Aussi, après avoir indiqué quelle est pour nous la solution la plus logique, admettrons-nous volontiers qu'on puisse en proposer et en adopter une autre, pou-

vant servir de terrain de transaction. Tel est celle par exemple qui adjoindrait encore au terrain *corallien* le troisième niveau corallien : ce terrain comprendrait alors les zones 4, 5, 6, à *A. transversarius*, *A. marantianus* et *A. Achilles* (1).

M. **Parpan** fait observer que les divisions des terrains doivent être basées surtout sur leur extension géographique.

M. **Vélain** envoie une note sur la **géologie** de quelques provinces de la **Chine**. M. Fauvel, officier des douanes impériales chinoises, a bien voulu, tout récemment, déposer au laboratoire de géologie de la Sorbonne des collections importantes de roches recueillies par lui dans deux provinces, celles de Chekiang et de Shantung, encore peu connues au point de vue qui nous occupe.

Nos connaissances sur le grand empire chinois sont encore très limitées. On sait cependant que les terrains primaires y sont très développés et les explorations de l'abbé David, de Kingsmille, et de Richtofen nous ont donné des notions précises à ce sujet. On sait aussi que les schistes cristallins avec leur cortège habituel de roches éruptives y sont très répandus, mais on les avait toujours considérés en bloc, sans se préoccuper de leur composition minéralogique, ni de la disposition de leurs masses.

Les collections de M. Fauvel, en provenance de la province de Shantung, viennent en partie combler cette lacune et les études que je viens d'en faire m'ont amené à reconnaître dans le système gneisso-schisteux la succession suivante, qui se présente la même que celle établie en Europe par les travaux récents, et donne ainsi, une nouvelle preuve du caractère d'uniformité constante qui a présidé à cette formation sur le globe tout entier. En se dirigeant du littoral vers l'intérieur on a : 1° Gneiss granitoïde (en tout point semblable au type bien connu du Simplon); 2° Gneiss grenus, très micacés, schisteux (exploités pour dalles), micaschistes feuilletés, pyroxénite ; 3° Cipolins et jadéite, gneiss à amphibole, amphibolites.

Des granites francs se voient en larges filons au travers des gneiss de la base.

Dans les deux divisions supérieures, se présente toute une série de roches à amphibole (diorite quartzifère, syénite, granites et granulites à amphibole).

(1) Rappelons que d'après M. Hébert (*Comptes rendus sommaires des Séances de la Soc. Géol. de France*, 19 avril 1880, p. 66), la zone *A. Achilles* de l'Aube et de la Charente représente la zone à *A. tenuilobatus* de la région méditerranéenne.

Après avoir établi ces relations, M. Vélain donne ensuite la description de toutes ces roches, dont quelques-unes sont fort intéressantes, comme la pyroxénite qui, par suite d'une transformation serpentineuse, passe à une sorte de jadéite.

Tout cet ensemble constitue un continent ancien où les phénomènes éruptifs ont joué le principal rôle.

Des appareils volcaniques s'y sont établis après une longue interruption et ont amené en ces mêmes points des coulées de roches basaltiques, dans lesquelles on reconnaît encore la succession suivante : Labradorite; Basaltes francs; *Leucitite;* Laves vitreuses.

Dans la province de Chekiang les caractères sont tout autres, on y remarque un grand massif trachytique composé de Rhyolithes, de Trachytes quartzifères, de Perlites qui présentent tous les caractères des roches de Hongrie.

Une roche à diallage et à grandes nappes de labradorites, accompagnées de tufs à palagonite, paraît superposée à ces roches acides.

Le Secrétaire analyse la note suivante :

De l'ancienneté de l' **Elephas primigenius** *dans le* **Tarn**,

par M. Alfred **Caraven-Cachin**.

(Lettre adressée à M. E. Hébert, de l'Institut.)

Des huit à dix espèces fossiles citées jusqu'ici de la famille des *Elephasidœ* ou *Proboscidiens*, la seule qui ait encore été rencontrée dans les alluvions anciennes du Tarn est l'*Elephas primigenius* (Blum) ou *Mammouth*, caractérisé par les lames plus rapprochées de ses molaires.

Les premiers ossements d'Éléphant signalés dans les dépôts de cailloux roulés qui recouvrent, en plusieurs endroits, les anciennes formations géologiques de notre département, ont été rencontrés en 1749, à Gaillac. Ces os ayant été soumis à M. Gleizes, l'habile membre de l'Académie des Sciences de Toulouse y reconnut des débris de machelières d'Eléphant et un fémur du même animal (1).

2° En 1848, des ouvriers trouvèrent dans les alluvions de Vielmur (Tarn) des restes du même Pachyderme. Ces ossements qui avaient été fortement roulés et que nous eûmes l'occasion d'étudier en 1859, appartenaient à un bassin de ce Proboscidien. La crête iliaque ex-

(1) Gleizes, *Mém. de l'Académie de Toulouse*, in 4° t. I, p, 62, 63, 1782. — J.-B. Noulet. *Mém. de l'Académie de Toulouse*, 4e série, t. IV, p. 125 à 132, 1854.

terne était très mutilée, ainsi que la cavité ilio-pubienne destinée à loger la tête du fémur. La symphise pubienne était en partie brisée : seule, l'articulation de l'os des iles avec le sacrum était en bon état.

3° En 1852, de nouveaux débris d'Eléphant furent mis au jour dans l'ancien lit de l'Agout, près de Saint-Paul-Cap-de-Joux. Ils furent achetés par M. C. Lourdes, de Mazamet, l'heureux propriétaire du bassin du même animal, qui s'empressa de nous les communiquer.

Voici les étiquettes que nous plaçâmes, à cette époque, sur ces antiques restes :

1° Seconde vertèbre lombaire,

2° Os semi-lunaire droit du carpe.

3° Os cunéiforme droit.

4° Os trapézoïde droit.

5° Os métacarpien de l'annulaire gauche.

4° En 1853, M. Noulet signala dans le cabinet de M. le docteur Caussé, à Albi, une défense d'Eléphant, qui avait été exhumée du lit de gravier de Cornabouc, près Rivières. Cette nappe est située à 12 mètres du lit actuel du Tarn (1).

5° En 1856, M. Combeguille offrit à L. Roux du Carla, une défense de ce Proboscidien qu'il venait de retirer des alluvions du ruisseau du Bagas (2).

A la mort de L. Roux (24 juin 1859) cette défense entra dans le cabinet d'histoire naturelle de la ville de Castres. Malheureusement lors des réparations qui eurent lieu en 1879 dans cet établissement, des ouvriers ignorants la jetèrent par la croisée comme une pièce de rebut. Cette précieuse défense qui, d'après L. Roux, mesurait $1^{m}50$ lors de sa découverte n'est plus représentée aujourd'hui que par $0^{m}50$ de débris informes qui attendent encore une restauration.

6° En 1862, M. l'abbé Barthe nous adressait une mâchelière du même animal provenant des alluvions de Gaillac (3).

7° En 1878, M. Ch. Pradel nous remettait une mâchelière d'Éléphant extraite des sablières de Puylaurens (Tarn).

8° En 1879, étant de passage à Rabastens, des terrassiers apportèrent à M. A. Jaybert, une incisive du même Pachyderme qu'ils venaient de rencontrer dans l'ancien lit du Tarn.

9° Enfin, en 1880, en faisant exécuter des fouilles dans le gisement de Peyrégoux, nous recueillîmes une molaire d'Eléphant, non loin du gisement de M. Combeguille.

(1) Noulet. *Mém. Acad. de Toulouse*, 4e série, t. IV, p. 130, 1854.

(2) L. Roux du Carla. *Société litt. et scient. de Castres*, 4e année, p. 31. 1860.

(3) Alfred Caraven-Cachin. *Bull. Comm. des Antiq. de Castres*. t. I, p. 223, 1873.

Il résulte de ces nombreuses découvertes que les ossements du *Mammouth* se trouvent fréquemment dans notre département : qu'ils ont été, jusqu'à ce jour rencontrés dans les bassins du Tarn et de l'Agoût, dans des dépôts caillouteux abandonnés à une époque ancienne par ces rivières et leurs affluents, et que ces dépôts sont, en outre, situés à des niveaux géologiques différents, c'est-à-dire que des nappes en retrait, les unes par rapport aux autres, s'observent le long de nos cours d'eau.

1° BASSIN DE L'AGOUT. — Commençons par étudier le bassin de l'Agoût et à marquer les altitudes des différents gisements de l'Éléphant primitif.

1° Le gisement de Puylaurens atteint 300 mètres d'altitude.

2° Les gisements de Vielmur et de Saint-Paul-Cap-de-Joux, 230 à 250 mètres.

Ces deux terrasses diluviennes n'appartiennent pas au même âge géologique. Elles se distinguent entre elles par des caractères minéralogiques assez tranchés et que nous allons faire connaître.

La première est constituée par des cailloux roulés généralement quartzeux, d'un volume assez considérable. Ces cailloux sont en outre entourés à Puylaurens de terres argileuses jaunes ou rougeâtres.

La seconde est formée de cailloux pugilaires ou céphalaires empruntés aux roches primordiales et de transition de nos montagnes, surtout aux filons de quartz blanchâtre, vitreux, laiteux, à éclat gras, qui lardent ces terrains. La terre plus ou moins sableuse ou argileuse qui les emballe est noirâtre.

L'observateur attentif remarque en outre, une troisième terrasse : celle-ci est composée de cailloux roulés quartzeux perdus au milieu d'un limon noirâtre. Cette nappe ne nous a donné jusqu'à présent que des ossements de cheval (*Equus caballus fossilis*, auct.)

De ces faits, il découle qu'au commencement de la période quaternaire, de puissantes eaux, qui devaient provenir de la fonte des neiges et des glaces accumulées sur nos montagnes, déposèrent à leurs pieds un manteau diluvien composé de cailloux roulés et d'argile jaunâtre ou rougeâtre. Les rivières de nos plaines n'étaient pas encore ébauchées ; aussi ce dépôt se répandit-il en nappe presque horizontale sur les couches tertiaires ou d'âges différents, et, fait très important, sur les moraines des glaciers anciens ou de la fin de la période pliocène. C'est là la première phase, la grande phase, de l'action diluvienne proprement dite. Ces premiers dépôts quaternaires ont été désignés par divers géologues sous le nom de *Diluvium des plateaux* ou de *Pléistocène ancien.*

Nous avons été le premier à constater, en 1863, *l'époque glaciaire*

dans le Sidobre, sur les pentes sud-ouest du plateau central, et M. Henri Magnan a cru reconnaître aussi, en 1870, les restes d'anciennes moraines sur le versant nord de la Montagne Noire (1).

Plus tard, une moins grande accumulation de neige et de glace sur nos montagnes fit diminuer le volume des eaux : les rivières commencèrent à se former et affouillèrent les premiers dépôts diluviens, c'est-à-dire le *Diluvium des plateaux*. Ce fut là la deuxième phase du phénomène qui nous occupe, et sur les parties creusées ou affouillées se déposèrent, à plusieurs reprises, des cailloux roulés et des argiles. Ce sont les couches que nous désignerons sous le nom de *dépôts caillouteux des terrasses supérieures*.

C'est alors que l'Agoût, comme l'a démontré M. H. Magnan, suivait les bords du plateau central et de la Montagne-Noire pour se jeter dans la Méditerranée par Saïx, Revel, Soupex, Castelnaudary, Alzonne et Carcassonne. La largeur de notre rivière était, à cette époque de 7 ou 8 kilomètres en moyenne, tandis qu'à l'ancien confluent du Thoré, c'est-à-dire sur le mont de Saïx, elle dépassait 15 kilomètres.

C'est pendant cette période que se formèrent les terrasses élevées des Ormeaux, près Puylaurens (300 mètres d'altitude), dont les cailloux roulés nous ont livré les plus anciens débris de *l'Elephas primigénius* observés dans nos terrains quaternaires.

Après un temps plus ou moins long, le volume des eaux diminua encore, peut-être d'une manière brusque, et une troisième phase diluvienne commença. Nous désignerons ces alluvions sous le nom de *dépôts caillouteux des terrasses inférieures*. Ce fut à cette époque que l'Agoût cessa de longer la Montagne Noire et suivit la direction d'un de ses principaux affluents, le Thoré, pour se déverser dans le Tarn. Les nappes de galets de Vielmur, de Saint Paul-Cap de Joux, etc. (230 à 250 mètres d'altitude) qui dominent la vallée actuelle de l'Agoût entre Vielmur et le confluent de cette rivière, furent alors déposées.

Plus tard, de nouveaux affouillements eurent lieu, de nouvelles érosions se produisirent, de nouveaux dépôts caillouteux se formèrent et les vallées actuelles prirent leur dernière forme. Cette période que nous appellerons *cailloux roulés et alluvions des vallées*, constitue la quatrième phase diluvienne. Elle est représentée, dans nos contrées, par les alluvions de Longuegineste (180 mètres d'altitude), etc.

Quant au ruisseau du Bagas, affluent de l'Agoût, celui-ci, se conformant à la loi des grands cours d'eaux, eut aussi ses petites ter-

(1) Alfred Caraven-Cachin. *Etude géologique du Sidobre. Echo du Tarn* 1863 et *Comm. des Antiq, de Castres*, t. I, p. 206-221, 1878.

basses et ses récents dépôts alluviens qui nous ont montré, à leur tour, des dents de Mammouth.

2° BASSIN DU TARN. — Le bassin du Tarn présente les mêmes périodes dans les phénomènes diluviens que celles que nous venons de signaler dans le bassin de l'Agoût : seulement le Tarn a toujours été un affluent de l'Océan, comme nous allons le démontrer.

La première terrasse qu'a abandonnée cette rivière est formée de gros cailloux roulés arrachés aux terrains cristallisés et primordiaux qui forment la bordure sud-ouest du plateau central : nous y avons remarqué principalement des quartz, des gneiss, des schistes micacés et des roches amphiboliques.

Les *dépôts caillouteux des terrasses supérieures* que nous avons suivis d'Albi à Montauban, nous indiquent que le Tarn baignait anciennement les pieds du plateau qui supporte Castelnau-de-Lévis, puis se dirigeait par Bernac, Faissac, Senouillac, Montels, Gradille, vers les Barrières ; cette rivière contournait les terrains permiens et triasiques de la Grésigne, le terrain jurassique de Puicelcy et se précipitait dans la Garonne en passant à Monclar, Genebrières, Léojac et Montauban.

La largeur du Tarn était, à cette époque, de 15 à 20 kilomètres. Il est facile à l'observateur de rétablir même la pente de l'ancien lit de ce cours d'eau depuis le moment où cette rivière entrait, comme un torrent impétueux, dans la vallée d'Albi jusqu'à celui où elle déversait ses eaux limoneuses dans la Garonne. La carte de l'Etat-major nous donne les altitudes exactes qu'atteignaient, à cette époque, les eaux du fleuve quaternaire, aussi voyons-nous diminuer cette cote à mesure qu'il se rapprochait de son embouchure.

Pendant que se déposaient les *cailloux roulés des terrasses inférieures*, les seuls qui nous ont montré des ossements d'Eléphant, le Tarn commençait à suivre une ligne plus oblique pour rejoindre la Garonne. Il abandonne les plateaux, descend dans la plaine, et dessine les gracieux contours qui formèrent, dans la suite des temps, après des affouillements et des érosions successifs, la vallée et le lit actuel de cette rivière.

Les terrasses que l'on observe le long de ce cours d'eau forment une nappe continue qui vient mourir aux pieds des collines de l'Albigeois qui supportaient anciennement son premier lit. Elles sont composées en majeure partie de cailloux roulés de quartz, de quartzite, de roche verte, de diorite, d'amphibolite, de gneiss, de granite, de grès rouge, etc... On les désigne généralement dans le pays sous le nom d'alluvions d'Albi, de Rivières, de Gaillac, de Rabastens, de Saint-Sulpice, etc...

De ces observations géologiques, stratigraphiques et paléontologiques, nous pouvons conclure que l'Eléphant primitif a envahi notre département, immédiatement après la phase glaciaire (*drift glaciaire* de certains auteurs), puisqu'on ne rencontre pas ses débris dans les dépôts meubles antérieurs au Diluvium ;

Qu'il a été le témoin des principales phases de la grande période dite *quaternaire*, puisque les assises du Diluvium ont montré ces ossements ;

Qu'il a acquis son maximum de développement pendant que les eaux déposaient les cailloux roulés des *terrasses inférieures*, puisque sur neuf gisements qui nous sont actuellement connus, huit appartiennent à cette époque ;

Enfin, qu'il a disparu ou qu'il s'est éteint dans nos contrées au moment où se déposaient les *alluvions récentes de nos vallées* ou *lœss* de nos rivières ou de nos ruisseaux.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Découverte de la **Dolomie** *dans les* **Sables parisiens moyens**,

par M. Gustave F. **Dollfus.**

J'ai eu l'occasion de relater il y a trois ans déjà (1) l'historique de la découverte de la dolomie dans le Calcaire grossier inférieur, en même temps que je précisais les conditions de son apparition et que j'en étendais la connaissance au Calcaire grossier moyen et supérieur. Depuis lors j'ai indiqué la plus grande extension géographique du même phénomène dans les mêmes assises (2). Et récemment j'ai par quelques mots signalé cette même roche dans l'horizon des sables glauconieux inférieurs de Cuise (3).

Aujourd'hui, je puis annoncer la reconnaissance du même ordre de phénomènes dans les sables parisiens moyens.

Comme pour le Calcaire grossier (4), il s'agit d'une transformation postérieure très inégale du carbonate de chaux en carbonate double de chaux et de magnésie ; modification plus ou moins profonde qui a eu lieu à une époque encore indéterminée.

(1) G. Dollfus. G. Vasseur. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. V., p. 275, 1878.

(2) G. Dollfus. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VI, p. 585, 1878. — *Exp. Géol. du Havre*, p. 483, 1880.

(3) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. IX, p. 142, 145, 1880.

(4) J'ai reconnu aujourd'hui la dolomie du Calcaire grossier sur un très grand nombre de points du Vexin français et dans la vallée de la Marne à Nanteuil, à Pisseloup, à Essommes, etc.

Comme les assises calcaires peuvent seules se prêter à cette modification, c'est dans les assises calcaires des sables moyens que la dolomie est observable, son principal siège est donc à la partie supérieure de la division moyenne de l'assise, dans l'épaisseur du calcaire de Lizy-sur-Ourcq, tel que Goubert l'a défini.

Au point de vue géographique, j'ai reconnu d'abord la dolomie à Juilly, à Nantouillet, à Thieux, Saint-Mesmes, Claye, dans la vallée de la Beuvronne; puis dans la vallée de la Marne, à Esbly, à Meaux, à Lizy-sur-Ourcq, Varreddes, etc. Je suis persuadé qu'une fois ce métamorphisme signalé, on le retrouvera encore sur un plus grand nombre de points.

Mon ami, M. J. Ogier a bien voulu analyser deux de mes échantillons au laboratoire de M. Berthelot et est arrivé aux résultats suivants :

Juilly.

Sable	33. 0
Carbonate de chaux	35. 6
Carbonate de magnésie	22. 6
Fer, eau, perte	9. 2
	100.

Nantouillet.

Sable	33. 00
Carbonate de chaux et magnésie	51. 80
Eau et fer	15. 20
	100.

Au point de vue minéralogique ces roches présentent tous les caractères des roches transformées du Calcaire grossier. C'est une roche jaunâtre demi-dure, à cassure sèche et pulvérulente, à points ferreux; sa poudre est douce au toucher, un peu moins cependant que celle des roches du Calcaire grossier, ce qui est dû à la plus forte proportion du sable, et généralement moins solide; elle est remplie de cavités vides de milioles, de *Calyptræa*, *Cerithium* et autres fossiles. Non seulement on rencontre divers degrés dans l'intensité de la modification, mais aussi la proportion de matières échangées modifie beaucoup l'aspect final; la stratification est aussi altérée.

La modification peut être si profonde que le rapprochement de couches très voisines sur le même horizon quand elle n'est pas suivie pas à pas ferait croire à une subordination stratigraphique. A Lizy si une carrière ne montrait point le contact latéral d'une lentille dolomitique heurtant en biais une grande masse homogène normale, on aurait peine à croire qu'il s'agit de la même couche. Ces phénomènes sont conformes à ceux déjà observés dans le Calcaire grossier. Parfois, on voit s'intercaler latéralement des lits dolomitiques et siliceux, d'autres qui se chargent de silex et de rognons avec filets argileux paraissant être le résidu précipité et infiltré des matières supé-

rieures attaquées, puis du quartz carié, des minéraux divers, des épigénies, etc.

Je pourrai donner à l'occasion quelques coupes qui mettront en évidence ces modifications, principalement pour le tiers supérieur du calcaire de Lizy; et je saisis cette circonstance pour répondre en quelques mots à une critique que M. L. Carez a formulée à la suite de ma Note sur : « Quelques coupes nouvelles dans les sables parisiens moyens (1). »

Je laisserai de côté tout ce qui est personnel comme ma découverte de la couche à Avicules, à Beauchamp, et la classification du gîte du Guespel sur laquelle il y aurait trop à dire, pour me borner à la question de stratigraphie d'un intérêt général, relative à la place du calcaire de Lizy-sur-Ourcq, dont il a été parlé tout à l'heure.

M. Carez déplore que je change la valeur de l'expression du « calcaire de Lizy », je crois au contraire que c'est moi qui garde à ce terme sa valeur originelle et réelle; et que la confusion vient de ce que M. Carez assimile le calcaire de Lizy à celui de Ducy, et les considère comme équivalents. Or Goubert a appelé en 1859 (2), *calcaire de Lizy*, un calcaire *marin* gréseux puissant, à *Cerith. mutabile*, *C. tuberculosum*, *C. mixtum*, *Cytherea elegans*, *Portunus Hericarti*, etc. ; il l'a appelé aussi pierre de Louvres, et je m'en tiens à ces caractères. Le calcaire de Ducy a été décrit par Graves en 1849 (3) ; c'est un calcaire *d'eau douce* à Lymnées et Planorbes, il est immédiatement au-dessous de la couche à *Avicula Defrancei* et visiblement supérieur à la pierre de Lizy (Nanteuil).

Il n'y a donc aucune analogie, de nature, d'origine, de faune, de place, entre les deux dépôts. M. Carez parle du passage latéral de ces deux assises, mais je n'ai rien vu dans sa note sur les sables moyens des environs de Château-Thierry qui soit démonstratif à cet égard. En stratigraphie avant de décider si deux couches passent latéralement l'une à l'autre, il faut y regarder de très près; et M. Carez a donné lui-même des coupes où on voit le calcaire de Ducy superposé au grès calcareux typique de Lizy. Il est vrai qu'il nomme ce grès à nouveau, ne l'ayant pas probablement reconnu, du nom de « sable calcareux à *Cerithium mixtum* », et qu'il grossit démesurément le calcaire de Ducy.

Peut-être les perturbations dolomitiques que j'ai expliquées permettront-elles aussi de faire concorder les deux coupes données par

(1) G. Dollfus. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VIII, p. 194, 1879.
(2) *Bull. Soc. Géol.*, 2me sér., t. XVII, p. 143 et t. XVIII, p. 446, p. 452.
(3) Topog. géog., p. 457.

M. Carez dans sa Note sur les sables moyens de Château-Thierry (1), et signalées par lui comme présentant de nombreuses différences, soit entre elles, soit avec celles des environs de Château-Thierry.

Réponse à M. G. Dollfus,

Par M. L. Carez.

Les attaques que M. G. Dollfus vient de diriger contre les opinions que j'ai soutenues sur différents points de la géologie du Tertiaire parisien, m'obligent à répondre quelques mots, bien que je considère de pareilles polémiques comme très regrettables et que je les évite autant que possible.

M. Dollfus commence par dire qu'il laissera de côté la question du Guépelle ; elle mériterait cependant d'être examinée, et il serait utile de savoir quelle est l'opinion actuelle de mon contradicteur sur la position de ce gisement et sur la succession visible dans cette carrière. En effet, dans le même fascicule du Bulletin (2), figurent deux coupes du Guépelle, absolument dissemblables ; l'une est due à M. Dollfus, l'autre a été donnée par moi-même ; et quoique M. Dollfus, profitant des observations que j'ai faites en séance, ait déjà modifié son opinion première, il reste entre ces deux coupes des différences fondamentales.

Je persiste, quant à moi à considérer la carrière du Guépelle comme offrant des représentants de trois niveaux fossilifères distincts : celui du Guépelle à la base, celui de Beauchamp à la partie moyenne, et enfin celui de Mortefontaine dont on peut trouver les fossiles dans un cordon de grès. J'ajouterai que cette superposition que j'ai vue pour la première fois, il y a plus de sept ans, peut encore être observée maintenant, comme l'ont constaté toutes les personnes qui faisaient partie de l'excursion conduite le mois dernier par M. Vasseur dans cette localité.

Un second point sur lequel M. Dollfus ne désire pas que la discussion continue, c'est « sa découverte de la couche à Avicules à Beauchamp ». Dans mes observations, je n'avais dit qu'un mot sur cette question, mais puisque M. Dollfus insiste et attache beaucoup d'importance à sa découverte, je citerai une phrase insérée au compte rendu de la réunion extraordinaire à Paris en 1867 (3) : « M. Munier-

(1) *Bull. Soc Géol.*, t. VII, p. 651-652.
(2) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. VIII, p. 190 et 194.
(3) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XXIV, p. 845, 1867.

Chalmas fait observer que les calcaires lacustres de *Beauchamp* (1) appartiennent à l'étage moyen des sables de Beauchamp, et *sont inférieurs aux couches à Avicules* et à celles qui renferment la faune de Mortefontaine. »

Je ne pense pas que M. Dollfus persiste encore après cela à se considérer comme ayant *découvert* la couche à Avicules de Beauchamp connue de tous les géologues parisiens et très clairement indiquée dans la phrase que je viens de rapporter.

Mais si M. Dollfus préfère ne pas parler cette fois du Guépelle ni de Beauchamp, il donne, au contraire, de nouvelles explications relativement au calcaire de Lizy ; il persiste à placer cette assise au-dessous de la couche à *Melania hordacea*, malgré la coupe de Goubert (2) où le n° 12 représente cette zone bien connue, tandis que le n° 9, qui lui est supérieur, est la pierre de Lizy. Cette succession est tellement évidente que M. Dollfus lui-même la reproduit dans la coupe qu'il donne de cette localité et qui ne diffère de celle de Goubert que parce qu'elle est beaucoup moins précise et beaucoup moins complète (3) ; aussi est-on fort étonné de voir dans le tableau final (p. 193) que le calcaire de Lizy est placé plus bas que la zone à *Melania hordacea*, de Beauchamp. Pour arriver à ce résultat inattendu, M. Dollfus est obligé d'admettre qu'il existe deux niveaux à *Melania hordacea*, l'un inférieur, l'autre supérieur à la pierre de Lizy, ce qui est absolument contredit par toutes les coupes connues, en y comprenant même celles qui ont été données par mon contradicteur. Je ne vois donc pas la moindre raison pour revenir sur ce que j'ai dit, mais je persiste à placer le calcaire de Lizy, *comme le faisait Goubert*, au-dessus de la couche à *Melania hordacea* (*sables à Cérithes* de cet auteur).

M. Dollfus m'accuse ensuite d'assimiler le calcaire de Lizy au calcaire de Ducy et de considérer ces deux assises comme équivalentes. Présentée ainsi, cette opinion n'est pas la mienne, et diffère au contraire essentiellement de celle que j'ai publiée ; j'ai dit et je répète que le calcaire de Lizy est « un accident marin limité » intercalé dans la partie inférieure du calcaire lacustre de Ducy.

Qu'est-ce en effet que le calcaire de Ducy ? M. Dollfus dit qu'il faut pour trancher cette question, se reporter aux travaux de Graves ; mais comment ce géologue qui ne connaissait pas le niveau à *Avicula Defrancei*, aurait-il eu l'idée de séparer le calcaire lacustre de

(1) Désignés depuis sous le nom de *calcaire de Ducy*.

(2) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XVIII, p. 446, 1861.

(3) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. VIII, p. 190-192, 1879.

Ducy de celui de Saint-Ouen ? Ce serait bien invraisemblable, et en effet on ne trouve nulle part dans Graves l'indication de cette distinction.

Le terme de *calcaire de Ducy* est bien plus récent ; il a été créé en 1876 par M. Tournouër (1) pour comprendre le calcaire lacustre supérieur à la zone à *Melania hordacea* et inférieur à l'horizon de Mortefontaine ; par conséquent le calcaire de Lizy, compris entre ces mêmes limites, n'est pas autre chose qu'un faciès marin de la partie inférieure du calcaire de Ducy et ne doit pas en être séparé.

C'est à peine si j'ai besoin de répondre au reproche que me fait ensuite M. Dollfus, de ne pas avoir reconnu le calcaire de Lizy aux environs de Château-Thierry (2), et de lui avoir donné le nom nouveau de « Sable calcarifère à *Cerithium mixtum* ». En premier lieu, les sables à *Cerithium mixtum*, absolument identiques à la couche 12 de Goubert, représentent la zone à *Melania hordacea* et non pas le calcaire de Lizy ; celui-ci se trouve néanmoins auprès de Château-Thierry où je l'ai très bien reconnu ; il est désigné dans mes coupes par les lettres I et M^2. Quant à l'accusation d'avoir donné un nom nouveau à une couche déjà baptisée, elle n'est pas du tout fondée ; ayant rencontré une assise de sable un peu mélangé de calcaire et contenant en abondance le *Cerithium mixtum*, je l'ai désignée dans mes coupes comme *Sable calcarifère à Cerithium mixtum*, mais c'est seulement l'indication de ce qui existe et nullement une dénomination nouvelle proposée.

J'arrive enfin au dernier point auquel M. Dollfus a fait allusion ; il est probable, dit-il, que si je n'ai pas pu raccorder les coupes de Connigis et de Mont-Saint-Père avec celles qui sont situées auprès de Château-Thierry, c'est que je n'ai pas remarqué les accidents dolomitiques qui modifient si souvent la partie supérieure des sables moyens. Or, les couches fossilifères de Connigis diffèrent de celles de Brasles, de Verdilly et du Buisson en ce que les premières ne renferment comme fossiles abondants que des Bivalves, tandis que les secondes sont remplies de Gastéropodes ; je ne pense pas que M. Dollfus lui-même attribue à la dolomitisation d'une couche la faculté de changer la nature des fossiles qu'elle renferme.

En réalité, tout ce débat n'a, comme on le voit, qu'une bien faible importance ; il n'y a véritablement, entre les classements adoptés par M. Dollfus et par moi pour les différents horizons des sables moyens, qu'une seule différence sérieuse ; elle consiste dans le

(1) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. IV, p. 476, 1876.
(2) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. VII, p. 641.

dédoublement de la zone à *Melania hordacea* que M. Dollfus croit devoir proposer et qui a pour conséquence de faire descendre le calcaire de Lizy bien au-dessous de son niveau réel.

Le Secrétaire analyse la Note suivante :

Nouvelle étude sur le dernier Diluvium quaternaire.

par M. **Tardy.**

Lorsqu'en géologie on étudie les travaux de ses devanciers, on reste souvent étonné, surtout si on les compare aux découvertes nouvelles, de tout ce que nos aïeux dans la science ont su voir avec les faibles matériaux dont ils pouvaient disposer. Déjà à plusieurs reprises j'ai eu à faire ressortir ce fait, d'abord à propos de la position des poudingues miocènes, ensuite à propos de mes Études sur les terrains lacustres de la Bresse ; et même, lors de ma publication sur la division de l'époque quaternaire. Aussi, mis aujourd'hui par une objection d'un de mes savants confrères en face des opinions d'un maître vénéré, je tiens à repousser tout reproche d'avoir pu méconnaître l'autorité de ses travaux ou l'importance des principes établis par lui. S'il y a divergence entre nous, elle est bien plus apparente que réelle ; et elle tient surtout à ce fait qu'une classification créée sur l'étude des terrains d'une région où plusieurs termes de la série manquent doit présenter des lacunes, que l'étude de la Bresse méridionale contribuera je l'espère à combler.

Le dernier Diluvium a été décrit dans les travaux de MM. d'Archiac, de Sénarmont, Buteux, de Mercey, et dans bien d'autres encore. Cette assise diluvienne, si bien étudiée par tous mes prédécesseurs, avait déjà dans les travaux de mes savants maîtres une place bien définie, la même que je lui ai assignée dans mon Étude du 7 avril 1879, où j'ai montré son extension, son importance, son rôle et sa situation dans la géologie et dans l'histoire. Ce dépôt, je l'ai montré s'étendant depuis les bords de la mer à quelques mètres seulement d'altitude, jusque sur nos plateaux les plus élevés, et partout s'intercalant avec une précision mathématique entre les civilisations quaternaires, contemporaines du Mammouth ou du Renne, et les civilisations dites néolithiques, ne connaissant plus en Europe ni le Renne ni le Mammouth. Ainsi placé, il vient combler l'hiatus ndiqué entre ces deux civilisations ; et cet hiatus, si bien défini par M. de Mortillet, si savamment défendu par M. Cartailhac, rien autre, même en Suède ou en Danemark, ne peut le combler. Il m'a suffi

pour le prouver de citer divers passages de MM. Vorsaœ, Steenstrup, Otto Torell, dont les assertions viennent seulement le resserrer dans d'étroites limites en montrant que les *Kjækkenmæddings*, quoique antérieurs à la pierre polie, sont eux aussi postérieurs à l'époque du Renne.

Les assertions de ces savants nous montrent qu'une modification géologique importante s'est produite à ce moment dans le régime de la sédimentation. A l'époque du Renne on ne rencontre pas de tourbières; ensuite elles abondent; les dépôts argilo-sableux de la fin du Quaternaire font place à des produits d'eaux faiblement courantes et limpides. Ce fait si bien étudié en Suède et en Danemark se retrouve chez nous, ainsi que l'ont constaté tous nos archéologues et tous nos géologues, M. Belgrand en particulier. C'est à cette place, entre les couches quaternaires et les tourbes que se place le *Diluvium* final et l'hiatus de civilisations. A la lacune ethnographique correspondent un fait et un dépôt géologiques.

L'âge et la position de ce dépôt étant ainsi bien fixés entre les époques paléolithique et néolithique d'une part, et d'autre part entre les époques quaternaire et moderne (1), il reste à l'étudier dans sa nature, dans sa composition, dans son aspect, dans tous ses détails en un mot, pour en deviner et pour en suivre partout les phases successives.

Caractères généraux du dépot. — Le Diluvium qui fut défini par M. de Sénarmont « un terrain de transport composé de cailloux à » peine usés, siliceux, enveloppés dans une terre argilo-sableuse » rouge », est composé en effet « d'argile » et de « cailloux » mêlés très intimement. Mais comme dans tous les « terrains de transport », il y a prédominance d'une part des cailloux à la base et d'autre part de l'argile presque pure en haut. Dans une alluvion la séparation entre l'argile ou le lehm et l'alluvion formée de cailloux, de

(1) Je dois rappeler cependant qu'il y a de grandes ressemblances entre les silex taillés des stations néolithiques du premier âge et ceux des dernières stations quaternaires. La distinction est possible, puisque tous les archéologues l'ont faite en signalant l'hiatus, mais la véritable différence est la disparition absolue du Renne.

C'est au premier âge néolithique qu'il faut rapporter les *Kjækkenmæddings*, comme je l'ai montré le 7 avril 1879, ainsi que la station de Saint-Martin-sur-le Pré, si bien explorée par M. Nicaise de Châlons-sur-Marne. On devra aussi y ranger plusieurs stations offrant des silex taillés à la surface du sol, sur des promontoires saillants au milieu des vallées, comme celui de Langres, dont les quatre enceintes, encore visibles sous le sol de la ville, remonteraient ainsi au premier âge néolithique.

graviers ou de sables, est en général assez facile : ici elle est pour ainsi dire impossible. Les cailloux, abondants à la base, se disséminent ensuite de plus en plus au milieu de l'argile et finissent par disparaître. Les plus gros sont ordinairement à la base au contact des alluvions antérieures ; néanmoins on trouve encore çà et là jusque dans l'argile d'assez gros cailloux.

Ces cailloux par l'inclination de leur grande face permettent de diviser le phénomène en un certain nombre de phases, les unes locales, les autres générales. Ainsi d'abord, partout où une disposition orographique importante n'a pas modifié le sens du premier courant, les cailloux de la base, plongeant vers le nord suivant leur grande face, indiquent un courant du nord. Sur ce premier lit ne renfermant d'ordinaire que de gros cailloux, on trouve souvent en Bresse des cailloux implantés verticalement; c'est-là, ai-je dit ailleurs, une moraine de chute, indiquant la présence de glaces flottantes. Ailleurs, dans la vallée de la Somme, j'ai cru reconnaître un dépôt de ce genre à la base de l'assise diluvienne.

Au-dessus des dépôts que je viens d'indiquer, les cailloux inclinés différemment témoignent de l'écoulement des eaux par les vallées ; Ils sont ensuite surmontés d'un limon rougeâtre et argileux. Celui-ci fait rarement défaut; mais l'assise caillouteuse indiquant la phase d'écoulement des eaux par les vallées manque assez souvent. Il est même arrivé plusieurs fois que le courant du nord n'était pas encore arrêté que déjà le limon se déposait en abondance et isolait assez les cailloux les uns des autres pour qu'on puisse déjà les considérer comme disséminés dans l'argile. Les cailloux ainsi répandus dans l'argile témoignent encore par leur situation de la direction du courant, c'est ce qui m'autorise à dire que quelquefois le dépôt limoneux s'est déjà formé dans le courant du nord, mais que plus généralement il s'est produit pendant le retrait des eaux et leur écoulement par les vallées actuelles. Celles-ci existaient déjà toutes à cette époque.

Les cailloux mêlés à l'argile diminuent en général de volume et de nombre à mesure qu'on s'élève dans le dépôt, mais cela n'est pas toujours vrai, quant au volume surtout : il arrive parfois qu'on trouve un gros caillou au-dessus de plus petits disséminés dans l'argile. Ensuite cette argile cesse de renfermer des cailloux, mais elle est encore sableuse, d'un rouge assez intense, couleur de rouille. Cette coloration tient sans doute à l'humidité, car elle disparaît dans les tranchées longtemps exposées au soleil. Rarement des érosions postérieures sont venues entamer le dépôt. Cependant ce fait s'est produit en divers points, surtout sur les pentes, où des ravinements se

produisent encore aujourd'hui. Ces érosions entament le Diluvium final sur les côtes, le recouvrent au contraire dans les plaines de nos vallées actuelles, et c'est-là le mode d'action des eaux depuis le début de l'époque moderne.

Le dernier Diluvium du nord n'est pas partout accompagné de cailloux. Il n'en renferme que lorsque les assises anciennes sur lesquelles il repose en contenaient déjà, et c'est à celles-ci que les eaux diluviennes les ont empruntés. Elles ne les ont en général entraînés qu'à une faible distance ; aussi ce n'est ordinairement qu'au sud d'un affleurement caillouteux qu'on rencontre des cailloux dans les produits de l'action diluvienne. Du côté du nord, le limon diluvien supérieur ne se sépare souvent que très difficilement des terres meubles sous-jacentes, et une grande habitude devient nécessaire pour faire cette distinction avec quelque certitude. L'aspect du dépôt varie du reste suivant les régions et suivant les matériaux dont il a été formé. Il convient donc en général d'en commencer l'étude sur le revers sud d'un mamelon pour le suivre ensuite de proche en proche. On remarquera ainsi que souvent le Diluvium du nord final ne se distingue du lehm sous-jacent que par une différence de teinte à peine appréciable, et par une ligne de démarcation horizontale, tranchant tous les dépôts inférieurs sans distinction, ainsi que l'aurait fait une érosion puissante. Ces faits ont été depuis expliqués par des altérations atmosphériques, par des lavages par les eaux d'infiltration. Cette dernière méthode, excellente dans bien des circonstances, ne vaut rien, dans le cas qui nous occupe ; car elle ne peut expliquer les traînées de cailloux diluviens du nord, qui séparent en plusieurs points les deux dépôts. Il ne faut donc pas trop généraliser le système des altérations par les eaux d'infiltration. Celles-ci ont eu leur rôle sur le limon diluvien final pour y introduire des dendrites souvent très dures de fer. Ailleurs y ont-elles formé les deux lehm, les deux *loess*, dont nous ont si souvent entretenus autrefois M. Belgrand, M. Delanoue et M. Collomb ? Je ne saurais le dire, car je n'en connais pas d'exemples bien nets. Peut-être même la division en deux lehm n'a-t-elle été souvent que la distinction des lehm quaternaires, et des limons du Diluvium final du nord.

C'est dans la séparation de ces divers limons que réside la plus grande difficulté, quand on cherche à constater la présence du Diluvium final du nord au-dessus d'un dépôt quelconque non caillouteux. Néanmoins avec un peu d'habitude on devient d'autant plus facilement maître de la difficulté, qu'à la suite d'une traînée de cailloux descendant la pente sud d'un monticule, on en trouve souvent le prolongement sur le revers opposé de la vallée, dont les

cailloux remontent quelquefois un peu la pente. Si même une tranchée coupe la côte vers ce point, on peut saisir le mode d'action des eaux, qui ont labouré à l'aide des cailloux les dépôts meubles sous-jacents et les ont ensuite abandonnés pêle-mêle avec les cailloux dans un tourbillon boueux. Celui-ci s'est en quelque sorte figé sur place au milieu des eaux qui s'élevaient rapidement, en produisant les mêmes effets un peu plus haut sur la même pente.

L'un des caractères les plus frappants du dernier Diluvium du nord, c'est l'indépendance qu'il affecte pour toutes nos vallées presque sans exception. Cependant, comme on le trouve sur les pentes et jusque dans le fond des vallées, on est bien forcé de reconnaître que toutes ces vallées lui sont antérieures. Il faut donc que le courant diluvien ait eu une puissance extrêmement grande ; mais son intensité a dû être de très courte durée pour n'avoir pas produit des effets plus considérables sur le sol et surtout sur les lehm friables de l'époque quaternaire.

La seule exception au courant nord-sud que j'aie rencontrée se trouve dans quelques vallées largement ouvertes vers la Manche, comme celle de la Somme. Là le courant primitif a suivi la vallée. Dans la vallée du Rhône, au sud de Culoz, le dernier Diluvium quaternaire semble d'abord faire défaut. Mais si on en suit la trace d'aval en amont, on constate que les eaux ont pénétré dans la vallée par le sud, avant que celles arrivant du nord aient pu franchir les régions situées entre le Rhin et le Rhône. Dans cette vallée le Diluvium final se présente donc comme le produit d'un contre-courant ayant remonté les cailloux superficiels de la vallée. Cette circonstance en rend l'étude très difficile, parce que quelques produits d'inondation dans les alluvions affectent des caractères similaires. La direction des cailloux, au milieu desquels il n'existe alors ni limons ni sables, permet seule la distinction de ces deux dépôts d'origine si opposée.

Les courses que j'ai faites en 1880 et 1881, sur divers points de de la France, m'ont permis de suivre le passage du Diluvium final des bords de la Manche à la vallée de la Seine, et de là à celles de la Loire et de la Saône. Dans ce vaste espace, je n'ai pas étudié tous les points mais seulement quelques-uns qui m'ont paru plus intéressants.

Bassin de la somme. — D'abord au nord, sauf sur un point où je l'ai vite reconnu, je n'ai pas cherché à constater le Diluvium final aux environs de Boulogne-sur-Mer, parce que durant les courses

de la Société, il m'était difficile de tenir compte de toutes les causes d'erreur que peut présenter une étude de ce genre. Au nord de Boulogne, vers Calais, ce Diluvium fait complètement défaut, et cela est très naturel, puisque le maximum de l'envahissement de la mer dans dans cette région ne date, d'après M. Gosselet, que du onzième siècle de notre ère. Ce fait, ainsi que celui que nous a cité M. Sauvage à propos de l'envahissement des dunes dans les terres de l'abbaye de Samers, concorde exactement avec ceux du même genre déjà signalés, aux environs de Ravenne en particulier. En dehors du golfe moderne de Calais, au cap Blanc-Nez, à Béthune, à Saint-Pol, et au sud, à Etaples et près de Montreuil-sur-Mer, on observe partout, au voisinage des affleurements d'alluvions ou de roches préexistantes, les cailloux du Diluvium final du nord séparant le plus souvent deux limons fort différents d'aspect. L'un de ces limons est exploité pour la fabrication des briques ; l'autre est-il l'Ergeron, c'est ce que je ne puis dire, n'ayant pu dans mes excursions le constater. Je puis seulement dire que toute la zone exploitée pour terre à briques repose, en plusieurs points où l'Ergeron semble faire défaut, sur des cailloux appartenant au Diluvium final du nord. Cette dernière couche géologique se poursuit ainsi jusque vers le sud à Abbeville, où on la retrouve avec tous ses divers caractères. A Etaples, elle fait défaut sur les dunes qui sont au-dessus de la gare ; mais je n'ai pu voir si elle passe sous la dune. Cette constatation eût fixé l'âge de la dune. A Abbeville, on voit très nettement le Diluvium final recouvrir toutes les formations des plateaux et de la vallée, les tourbes exceptées. Il est vrai que les silex n'étant pas en général des cailloux aplatis, on peut difficilement voir le sens de leur inclinaison ; le plus souvent ils sont tellement mêlés que sur les pentes la première impression fait songer à un éboulement local. C'est seulement en y regardant de plus près qu'on peut reconnaître la véritable origine du dépôt. Sur un point aux environs d'Abbeville, j'ai constaté la présence d'un petit nombre de cailloux groupés en moraine de chute ; mais tandis qu'en Bresse la moraine de chute est intercalée dans la série diluvienne, à Abbeville au contraire elle était à la base.

Ces divers faits se retrouvent encore dans toute la région comprise entre Abbeville, Sénarpont et Longpré. Partout la série diluvienne présente le même faciès et les mêmes caractères ; partout les dépôts tourbeux des vallées sont postérieurs au dernier Diluvium quaternaire. A Tirancourt, les dépôts laissés sur les tourbes par l'invasion ultérieure de la mer n'ont rien de commun avec le dernier Diluvium du nord. Il faut ajouter que là l'impression laissée par la vue et la nature du dépôt est que l'envahissement et le retrait de la mer furent lents rela-

tivement. Pour le dernier Diluvium au contraire, rien ne me laisse, pour le moment du moins, l'idée d'un phénomène lent dans sa marche ; la rapidité d'arrivée comme la rapidité du retrait en sont deux caractères dominants.

A Amiens, ce dépôt est difficilement observable sur les hauteurs de Saint-Acheul, à cause des nombreux puits funéraires gallo-romains qui ont renouvelé toute la surface du plateau jusqu'au-dessous de la base du dernier Diluvium quaternaire. Néanmoins sur un point de la route, avant d'arriver au sommet de la côte, j'ai pu constater à Saint-Acheul sa présence et reconnaître ses principaux caractères : cailloux remaniés par le courant du nord, cailloux disséminés venant du nord d'abord et du sud ensuite, ou, pour être plus exact, suivant ensuite la direction de la vallée en ce point ; enfin un fort dépôt de limon sans cailloux jusque vers la surface du sol. Cette surface remaniée par la charrue sur moins de trente centimètres d'épaisseur, constitue la couche de terre végétale, où l'on voit encore des cailloux, mais dans un désordre qui ne laisse aucun doute sur l'âge et, je dirai plus, sur l'origine de ce terrain.

A partir d'Amiens j'ai suivi dans mes itinéraires deux directions principales : l'une, d'Amiens à Langres, par Reims et Châlons-sur-Marne ; l'autre, d'Amiens à Paris et à Châteaudun. Dans le premier itinéraire j'avais surtout pour but de constater le maintien de la direction N. O.-S. E., observée dans les dépôts caillouteux du dernier Diluvium quaternaire au voisinage de la mer. Cette direction légèrement déviée vers l'ouest tient évidemment à la direction générale de la côte.

D'Amiens a Langres. — A Reims, sous la conduite de M. Lemoine, j'ai pu visiter au delà du pont de Fléchembault de grandes sablières où le lehm du Diluvium final atteint une grande épaisseur, trois mètres environ. Cela tient sans doute à la présence dans le voisinage des sables tertiaires, dont ce dépôt diluvien a toutes les apparences. A quarante kilomètres de Reims, sur la ligne de Soissons, à Braisne, on trouve dans la vallée de la Vesle le dernier Diluvium quaternaire sous deux aspects un peu différents. D'abord dans le milieu de la vallée, il affecte la forme ordinaire : cailloux remaniés par un courant du nord qui remontait le lit de l'ancienne vallée ; ensuite reprise de la surface de ce premier lit par le courant d'écoulement des eaux diluviennes le long de la vallée ; enfin le tout est recouvert par un limon dont l'origine est douteuse ; car situé à un mètre au-dessus de la rivière il peut fort bien être le produit de ses inondations modernes. Cela est d'autant plus probable que sur les rives de la vallée

on ne le trouve pas, au moins dans la partie qne j'ai visitée au bord d'une cendrière. Dans ces exploitations de lignites du Soissonais on voit sur les argiles noires divers lits argileux et coquilliers, représentant les alluvions successives des divers âges. Au-dessus on voit un lit argileux et ensuite un lit de débris de coquilles qui représente évidemment le lit des cailloux diluviens du fond de la vallée. C'est le même groupement, la même disposition ; seulement ce qui atteint soixante centimètres dans le milieu de la vallée n'en a plus que vingt au plus sur sa rive nord, au pied des pentes assez rapides des plateaux. Ce dépôt représente pour moi le Diluvium final du nord plus complètement lavé et débarrassé de ses limons supérieurs par les eaux modernes, qu'il ne l'est dans le fond de la vallée, où des dépôts limoneux récents ont pu en partie remplacer ceux que la rivière avait précédemment entraînés. Il est cependant à peu près constant que dans la plupart des vallées, sur les plaines basses bordant nos rivières, on ne trouve plus de limons sur les cailloux du Diluvium final

A Châlons-sur-Marne, le Diluvium du nord se retrouve dans les sablières qui sont en aval de la ville, sur la rive droite de la Marne. Ces sablières indiquent pour la fin de l'époque quaternaire une disposition un peu différente de l'orographie actuelle. On y voit ensuite les limons du dernier Diluvium combler tous les creux laissés à la surface des alluvions antérieures par les eaux. La surface du sol forme ainsi une plaine assez étendue indépendante en quelque sorte de l'allure des dépôts antérieurs. Ainsi par exemple dans l'une des sablières située sur la route de Saint-Martin-sur-le-Pré, on voit des poches de limon du dernier Diluvium quaternaire qui ont jusqu'à deux mètres de profondeur, et tout à coté, les bancs de graviers quaternaires se relevant, le limon diluvien crayeux n'a plus que quelques décimètres de puissance. Une érosion ultérieure semble donc avoir nivelé la surface limoneuse du dernier Diluvium quaternaire et l'avoir ainsi transformée en terrasse. Cette terrasse est par cela même postérieure à l'époque quaternaire et appartient à l'époque moderne. Sa hauteur serait donc fort intéressante à connaître ; on peut la fixer approximativement à moins de dix mètres au-dessus des eaux moyennes de la Marne, environ cinq à six mètres à la berge de la terrasse. Ces chiffres viennent vérifier directement ce que j'avais établi autrefois par une toute autre voie dans ma note sur l'âge des silex de Saint-Acheul et la classification de l'époque quaternaire, le 15 avril 1878.

De Châlons-sur-Marne à Langres le Diluvium du nord se suit régulièrement, et vers cette dernière ville on le voit au fond de la vallée,

reposant sur un limon plus ancien dont il n'est séparé que par les cailloux diluviens empruntés aux roches avoisinantes. Enfin sur le col de Chalindrey on rencontre encore le dernier Diluvium quaternaire reposant sur un autre Diluvium du nord plus ancien. Ainsi non seulement le dernier Diluvium quaternaire, mais encore d'autres Diluvium du nord plus anciens, ont franchi le col de Langres passant ainsi des bassins du nord dans le bassin de la Saône. Déjà j'ai signalé l'existence de ces anciens Diluvium du nord autour de Paris le 7 juin 1880, mais leur existence m'est connue sur un grand nombre d'autres points.

Des environs de Langres à Bourg, il devenait inutile de rechercher le dernier Diluvium du nord puisque dans cette région tous les cours d'eau importants s'écoulent du nord au sud depuis fort longtemps, et que pour cette raison les dépôts caillouteux de ce dernier Diluvium ne peuvent se distinguer par aucun caractère des alluvions antérieures.

De Bourg à Lyon cette étude redevient possible par ce que l'ancien cône pliocène du Rhône a rejeté vers le nord les divers cours d'eau de la Bresse, dont les eaux ayant ainsi couru du sud-est au nord-ouest permettent de distinguer à la surface de leurs alluvions les dépôts diluviens du nord. C'est à cette circonstance que sont dues toutes mes observations sur ce sujet.

D'Amiens a Chateaudun. — Entre Amiens et Paris, les eaux de l'Oise courant du nord au sud, toute recherche du Diluvium du nord est inutile puisque alors l'élément principal de distinction entre lui et les alluvions quaternaires se trouve faire défaut. Près de Paris, je l'ai déjà signalé dans la forêt de Montmorency; on le trouve également sur les hauteurs, dans les carrières où sont exploitées les meulières.

Dans les vallées je n'avais pas encore constaté sa présence, lorsque les observations d'un de mes plus savants maîtres portèrent mon attention sur la vallée de Mitry Sevran, suivie par le canal de l'Ourcq. Dans cette vallée on a trouvé l'*Elephas primigenius* dans des sables argileux ou vaseux, que jusqu'à ce jour on avait placés sur le Diluvium rouge signalé par M. Hébert en divers points de la surface du sol. Ce Diluvium rouge correspond exactement, on le sait déjà, à mon dernier Diluvium quaternaire. Il devenait donc intéressant de rechercher si ce dernier Diluvium était réellement antérieur aux derniers Mammouths de la vallée de Sevran, ou si, comme partout ailleurs, il leur était postérieur. Intéressé dans la question, j'ai dû m'astreindre à une recherche plus minutieuse, et grâce à diverses

fouilles faites assez récemment, j'ai pu établir d'une façon certaine le passage du dernier Diluvium du nord par-dessus les dépôts argileux à Mammouth.

J'ai constaté en même temps que, dans cette vallée, comme partout ailleurs, les tourbes de Mitry reposent sur le dernier Diluvium quaternaire. Il résulte donc de mes explorations que le dernier Diluvium quaternaire est, ainsi que je l'ai déjà dit, postérieur à l'*Elephas primigenius* et au Renne, et antérieur à la faune actuelle qui se trouve seule, avec les civilisations modernes de la pierre polie et du bronze, dans nos tourbières des vallées.

Des environs immédiats de Paris j'ai passé à la station bien connue de Saint-Prest, où l'on voit le dernier Diluvium quaternaire recouvrir d'autres Diluvium similaires plus anciens. Ceux-ci se retrouvent plus au sud à Chateaudun, où ils sont recouverts au nord de cette ville, sur la route de Brou, par des alluvions limoneuses quaternaires qui elles-mêmes supportent le dernier Diluvium quaternaire.

La présence du Diluvium final à Châteaudun permettant de conclure à sa prolongation dans les vallées du bassin de la Loire, j'ai arrêté là mes explorations.

Conclusions. — Ainsi de quelque côté que j'aie dirigé mes pas, j'ai pu constater la permanence des caractères du dernier Diluvium quaternaire tels que je les ai indiqués ci-dessus. J'ai pu de même observer son passage par-dessus les lignes de faîte de nos bassins; et enfin dans la vallée de Sevran j'ai reconnu sa superposition aux derniers témoins de la faune quaternaire. Son âge est donc bien établi entre la faune quaternaire et les tourbières à pierre polie des vallées, pour les désigner sous un nom connu; car, il ne faut pas oublier que la première civilisation postérieure au dernier Diluvium du nord ne possédait pas la pierre polie, mais des formes paléolithiques.

Il reste maintenant à donner un nom à ce Diluvium. L'appeler Diluvium du nord est impossible; car, ainsi que je l'ai dit déjà à plusieurs reprises, il existe d'autres Diluvium du nord. On ne peut davantage lui laisser le nom de Diluvium rouge. En effet, sa coloration, quoique assez uniforme, présente des variations de teintes très sensibles, qui sont toujours en rapport avec les colorations des terrains sous-jacents. Aux environs de Brunoy, dans des exploitations de meulières situées près du village d'Yères, on voit deux zones diluviennes. L'une est jaune, formée aux dépens de roches calcaires assez analogues au Calcaire grossier du bassin de Paris. L'autre, à laquelle on passe ensuite, est rouge intense et doit sa couleur aux argiles des meulières situées dans le voisinage vers le nord. A Châ-

teaudun au contraire le dernier Diluvium est jaune comme les terrains sous-jacents. Dans le nord, sur les plateaux entre Abbeville et Sénarpont il se distingue à peine de l'argile à silex dont il est un produit remanié. A Châlons-sur-Marne et dans la vallée de Sénarpont, il est blanc à cause du voisinage de la Craie. Partout enfin sa coloration comme la nature de ses cailloux dépend des formations du voisinage.

On ne peut donc emprunter au caractère de la coloration un nom qui d'autre part serait commun à cette couche et à diverses autres présentant le même aspect (1).

Donner un nom de région m'a paru peu en rapport avec l'extension du phénomène, et j'ai préféré le nom de *Diluvium final* qui rend compte en même temps de la situation géologique et de la nature du dépôt.

M. **Parran** fait une communication sur la géologie de la **Russie méridionale.**

M. Lambert fait la communication suivante :

Note sur les **sables oligocènes** *des environs d'***Étampes**.

par **M. J. Lambert.**

Le Mémoire que nous avons l'honneur, M. Stanislas Meunier et moi, d'offrir à la Société géologique est consacré à l'étude des sables marins de Pierrefitte près Étampes (2).

L'horizon des sables de Pierrefitte, qui n'était pas encore connu lors du voyage de la Société à Étampes en 1878 (3), occupe un

(1) Dans le bassin de Paris, on trouve deux Diluvium rouges, très rarement superposés l'un à l'autre, cependant l'un est plus ancien que l'autre. Ces deux Diluvium rouges présentent absolument les mêmes caractères et souvent la même coloration rouge de rouille ou rouge Kermès intense. Leur superposition était très évidente à l'époque de la construction du boulevard Monge : l'un d'eux était visible daus les tranchées de l'égout, l'autre recouvrait les terrains quaternaires. Ce dernier étant le représentant du dernier Diluvium quaternaire, l'autre doit être le Diluvium rouge à poches du bassin de Paris. Ce Diluvium inférieur sur bien des points présente de telles analogies avec le dernier Diluvium quaternaire qu'ils ont été souvent pris l'un pour l'autre. De cette ressemblance on peut conclure encore que leur mode de formation doit être identique.

(2) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e sér. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur les sables marins de Pierrefitte près Étampes par MM. Stanislas Meunier et J. Lambert.

(3) Tournouer. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e sér., t. VI, p. 663, et la note p. 668.

niveau intermédiaire entre les faluns de Jeurre et les sables d'Ormoy ; il est surtout caractérisé par l'extrême abondance d'une petite coquille, le *Corbulomya triangula*, Nyst., et nous avons donné à l'assise le nom de *Sables à Corbulomyes*. Sans entrer ici dans aucun des détails que l'on trouvera consignés dans notre Mémoire, nous nous bornerons à en rappeler les résultats, et nous ajouterons quelques remarques nouvelles sur l'extension à Étampes même de l'assise qui nous occupe.

Les sables de Pierrefitte nous ont fourni 122 espèces de mollusques, dont 30 nouvelles pour la science et six pour le bassin tertiaire parisien, comme *Cytherea subarata*, de Mayence, *Eulima subulata*, des Faluns de Touraine, *Fusus elongatus*, du Tongrien de Belgique, *Murex ornatus*, de Gaas, *Columbella inornata*, de Weinheim et *Cyprea subexcisa*, des bassins de Vienne et de Mayence. Aujourd'hui de nouvelles recherches nous permettent d'ajouter aux espèces citées dans notre Mémoire les :

Pleurotoma Duchasteli, Deshayes.
Odostomia alligata, Deshayes.
Cerithium limula, Deshayes.
Cyrena heterodonta, Deshayes.
C. semistriata, Deshayes.
Corbula subpisum, d'Orbigny.

et des espèces non encore déterminées, appartenant aux genres *Cerithium, Melania, Turbonilla* et *Gastrochæna*, puis des débris de Balane (*Balanus unguiformis*, Sowerby) un Bryozoaire, deux Polypiers et un Oursin, le *Scutulum Parisiense*, Tournouer (1).

Des recherches récentes entreprises dans la ville même d'Étampes, à l'occasion de travaux de distribution d'eaux, nous ont permis de constater sur un nouveau point l'existence des sables à Corbulo-

(1) Le petit Oursin que nous signalons à Pierrefitte est une variété de petite taille de la seule espèce oligocène parisienne aujourd'hui connue et pour laquelle M. Tournouer créa le genre *Scutulum*. Le type provient des marnes à *Ostrea longirostris* de Massy et porte dans la collection du docteur Bezançon le nom de *Scutulum Massyense ;* mais le premier nom imprimé est celui de *Scutulum Parisiense* qui doit être préféré. Cette espèce a été retrouvée à Jeurre et aussi à Ormoy. La variété de petite taille que nous avons recueillie à Pierrefitte est identique à de jeunes échantillons de Massy ; elle diffère beaucoup du type, se rapproche des *Scutellina rotunda*, Forbes et *S. fibularoïdes*, Des Moulins, et nous croyons que, sauf la position du periprocte qui reste constante, les caractères principaux du genre *Scutulum* ne se développent qu'avec l'âge, en sorte que les Scutellines représenteraient à l'état permanent une forme transitoire des *Scutulum*, si tant est que les deux genres doivent être maintenus. Quant au *Scutulum Parisiense* type, on peut se demander s'il diffère beaucoup de la petite espèce de l'Allemagne du Nord connue sous le nom de *Scutella germinans*. Voir Tournouer. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3ᵉ sér., t. III, p. 486, et 2ᵉ sér., t. XXVI, p. 980.

myes. Dans le bas des rues du Flacon et Saint-Antoine, la tranchée profonde en moyenne de $1^{m},20$ entamait sur une hauteur totale de 3 mètres environ des sables blancs, quartzeux, fins, à Corbulomyes, jusqu'à une altitude voisine de 75 mètres. Les fossiles, tous de petite taille, étaient surtout abondants devant le collège et malgré la rapidité des travaux, qui ne permit pas de prolonger les recherches, nous avons recueilli sur ce point les espèces suivantes :

Balanus unguiformis, Sowerby ? 2, (1).
Buccinum Gossardi, Nyst. (jeune), 1.
Natica micromphalus, Sandberger, 4.
Turbonilla ambigua, Deshayes, 2.
Odostomia acuminata, Deshayes, 12.
Melania semidecussata, Lamarck, 60.
Cerithium plicatum, Bruguières, 50.
C. conjunctum, Deshayes, 5.
C. elegans, Lamarck, 1.
C. trochleare, Lamarck, 4.
C. Boblayi, Deshayes, 1.
C. Jeurense, Deshayes ? 1.
C. Lamarckii, Brongniart, 1.
Rissoa inchoata, Deshayes, 10.
R. turbinata, Defrance, 16.
R. dubia, Defrance, 25.
Bithynia Dubuissoni, Bouillet, 6.
Bullina exerta, Deshayes, 35.
Bulla conoïdea, Deshayes, 20.
Pectunculus obovatus, Lamarck, 1.
P. obliteratus, Deshayes ? 2.
P. angusticostatus, Lamarck, 1.
Arca Sandbergeri, Deshayes, 2.
Cardium Raulini, Deshayes, 12.
C. tenuisulcatum, Nyst. 2.
Lucina squamosa, Lamarck, 20.
L. undulata, Lamarck, 30.
L. Thierensi, Hébert, 15.
Cyrena heterodonta, Deshayes, 1.
Cytherea Stampinensis, Deshayes, 5.
C. depressa, Deshayes, 20.
C. splendida, Mérian, 3.
C. striatissima, Deshayes, 1.
Tellina Heberti, Deshayes, 1.
Corbulomya Morleti, Stan. Meunier, 12.
C. Nystii, Deshayes, 15.
C. triangula, Nyst. 160,

en outre un Bryozoaire et des espèces non encore déterminées appartenant aux genres *Cerithium*, *Turbonilla*, *Bithynia*, et *Syndosmya*.

Cette faune présente comme on le voit, des rapports très étroits avec celle des faluns inférieurs de Jeurre, et cependant l'abondance extrême dans les sables d'Étampes du *Corbulomya triangula* et la présence de certaines espèces, comme *Cerithium Lamarckii* et *Corbulomya Morleti*, indiquent un niveau plus élevé et relient nos sables à ceux de Pierrefitte, qui, moins anciens, renferment déjà les espèces caractéristiques d'Ormoy. Les sables à Corbulomyes d'Étampes offrent une certaine puissance et se propagent en profondeur, car on en retrouve rue de la Tannerie (caves de la maison n° 7) un dernier affleurement, à une altitude voisine de 70 mètres. Des recherches sommaires que je viens d'exécuter sur ce point, il résulte que la faune offre la plus grande analogie avec celle des sables de la rue Saint-Antoine, quoique présentant un faciès un peu plus ancien. Arrivé ici

(1) Le chiffre placé après le nom d'espèce indique le nombre d'échantillons recueillis.

nous touchons presque à l'horizon supérieur des sables gris de Morigny à *Melania semidecussata*, et en résumé nous avons à Étampes au-dessus des couches bien connues de Morigny la succession suivante :

Sables à Corbulomyes d'Étampes.	3. Sable à *Cardita Bazini* de la côte Saint-Martin (horizon de Pierrefitte) (1).
	2. Sable à *Syndosmya elegans* de Vauroux (2).
	1. Sable à *Lucina Thierensi* de la rue Saint-Antoine.

Ainsi nous établissons pour les sables oligocènes inférieurs au falun de Pierrefitte la succession exacte et détaillée des assises : au-dessus des marnes à huîtres et de la molasse d'Étrechy viennent les faluns de Jeurre à *Ostrea cyathula*, puis le falun à *Pectunculus obovatus* de Morigny, surmonté par le sable gris à *Cytherea splendida*. Ces couches de la base sont depuis longtemps connues, mais la masse des sables quartzeux qui viennent au-dessus l'était si peu qu'on est allé jusqu'à faire de ces sables marins des dunes rejetées par les vents sur les rivages de la mer miocène. Ce sont ces sables que nous avons étudiés et dont la première assise, constituée par les couches à Corbulomyes, se termine avec le falun de Pierrefitte.

Quant aux assises supérieures aux sables à Corbulomyes, nous en avons dans notre Mémoire fait connaître la succession complète. Nous avons montré comment à Moulinveau, près Saint-Hilaire, le falun de Pierrefitte était recouvert par l'assise des sables lilacés à galêts et dents de *Lamna* et comment ceux-ci étaient à leur tour recouverts par une dernière assise de sables quartzeux, blancs, très fins, en relation directe avec les marnes à Bithynies, base du calcaire de Beauce.

Pour compléter cette démonstration et en même temps signaler à l'attention des géologues un intéressant gisement de fossiles, nous donnerons ici la coupe de la carrière du Sablon à Chalo-Saint-Mars,

		Terre végétale	$0^m,20$
Calcaire de Beauce $4^m,50$.	7.	Calcaire de Beauce fragmenté et remanié	$1^m,00$
	6.	Lit tourbeux mince.	
		Calcaire lacustre fragmenté avec quelques petits lits tourbeux noirs	$1^m,00$
		Banc de silex meuliériforme	$0^m,40$
		Marnes grises bien stratifiées	$0^m,40$
		Lit tourbeux noir à *Cerithium Lamarckii*.	
Alt. 110^m.	5.	Marnes à Bithynies renfermant trois petits lits tourbeux noirs irréguliers	$1^m,50$

(1) Voir notre Mémoire p. 263 et aussi Tournouer. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e sér., t. VI, p. 667.

(2) Nous avons donné la coupe des sables de Vauroux dans notre Mémoire p. 263. Aux espèces citées on peut ajouter : *Pleurotoma Belgica*, Munster, *Lucina Thierensi*, Hébert et deux *Cyrena* qui nous paraissent inédites.

Sables oligocènes 8^{m}.	4.	Sable jaune, quartzeux, fin, à nombreux fossiles .	0^{m},20
	3.	Sables quartzeux, blancs, impalpables	1^{m},80
	2.	Sables quartzeux, fins, lilacés, avec petits galets siliceux disséminés.	2^{m},00
		Lit de sable lilacé demi-fin, à petits galets siliceux.	0^{m},20
		Sables quartzeux, blancs, très fins	1^{m},50
		Sable grossier à galets noirs et gris de moyenne taille	0^{m},30
		Sable quartzeux, blanc, fin	1^{m},00
	1.	Lit de gros galets siliceux	0^{m},25
		Sable lilacé, demi-fin, finement stratifié	0^{m},60
		Lit de gros galets	0^{m},20
		Sable???	
			12^{m},55

Cette coupe complète celle que nous avons donnée de la tranchée de Moulinveau ; on y trouve, au-dessus de l'horizon des sables lilacés à galets, la couche si constante des sables purs et fins, presque impalpables, qui terminent la série des couches marines. Ce sont ces sables, qui, pénétrés plus tard par des émissions siliceuses, ont été transformés en grès tabulaires, dont les débris se dressent en roches pittoresques sur les flancs de nos collines ; ici ils sont restés à l'état de sables purs et renferment la plupart des espèces de la faune d'Ormoy.

Comme à Ormoy, la couche fossilifère en contact avec les marnes à Bithynies reste indépendante de ces marnes et constitue l'assise la plus élevée des sables oligocènes, dernier dépôt d'une mer sans profondeur, formé dans une sorte de vaste estuaire qui va définitivement se séparer de l'Océan pour faire place au grand lac de Beauce.

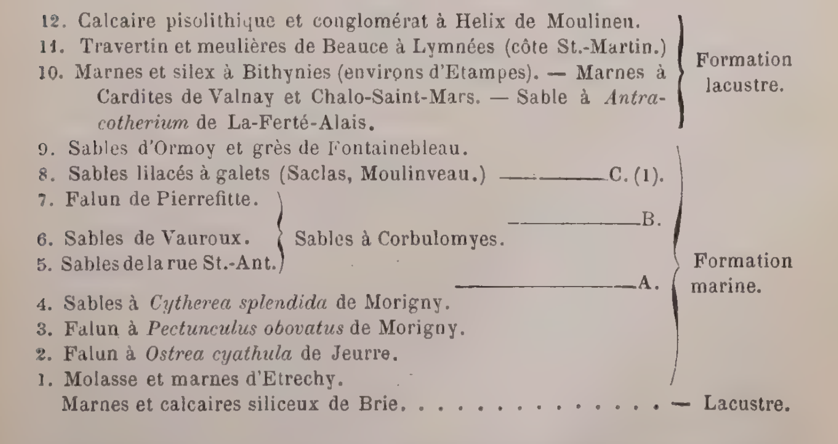
Mais, comme nous l'avons établi (1), aux premiers jours de sa formation le lac nouveau eut encore à subir quelques invasions passagères des eaux marines et la première faune lacustre passe sur certains points à une faune d'estuaire, qui s'intercale plus ou moins haut suivant les lieux au sein des marnes à *Bithynia Dubuissoni*. Ce phénomène a été signalé, il y a déjà longtemps, par M. Vélain dans sa coupe de la carrière de Valnay (2) ; on en retrouve ici une nouvelle manifestation : au sein des marnes à Bithynies se développe une petite couche marno-sablonneuse, visible principalement à 200 mètres au nord de la carrière du Sablon, et renfermant : *Cerithium plicatum*, Bruguières. — *C. Lamarckii*, Brongniart. — *Calyptrea*

(1) Voir notre Mémoire, p. 267, et aussi Tournouër. *Bul. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. VI, p. 668.

(2) Cette carrière dont la coupe est donnée par M. Tournouër. *Bul. loc. cit.* p. 667, est située à Valnay et non au Carrefour; elle est à plus de 3 kilomètres du village de Chalo-Saint-Mars.

labellata, Deshayes. — *Dentalium seminudum*, Deshayes. — *Cytherea incrassata*, Sowerby, et de très belles *Cardita Bazini*, Deshayes. Cette faunule rappelle la faune d'Ormoy ; mais elle ne représente pas exactement le niveau d'Ormoy ; elle lui est postérieure et ne s'est développée qu'après l'émersion du seuil qui sépara le lac de Beauce des mers voisines. Ormoy au contraire est un dépôt antérieur à cette émersion. Sans doute, le soulèvement n'a pas été brusque et les lagunes, où vivait la dernière faune oligocène, avaient lentement succédé déjà à la mer plus profonde des faluns de Morigny ; mais enfin il y eut un moment où la libre communication de ces lagunes et de l'Océan cessa. Cette fermeture, qui occasionna le lac de Beauce, doit servir de limite séparative entre les deux formations, car elle constitue, selon nous, le phénomène dominant de cette époque. Dans la coupe précédente, cette limite naturelle se place entre les bancs 4 et 5. La couche 4 c'est le sable d'Ormoy avec ses fossiles marins bien connus et ici dans un parfait état de conservation ; la couche 5 c'est la marne à *Bithynia Dubuissoni*, base du calcaire de Beauce, avec sa faune lacustre et intercalation accidentelle de marne sablonneuse à *Cardita Bazini*.

En résumé nous avons aujourd'hui reconnu à Etampes la succession de couches suivantes :



12. Calcaire pisolithique et conglomérat à Helix de Moulineu.
11. Travertin et meulières de Beauce à Lymnées (côte St.-Martin.)
10. Marnes et silex à Bithynies (environs d'Etampes). — Marnes à Cardites de Valnay et Chalo-Saint-Mars. — Sable à *Antracotherium* de La-Ferté-Alais.

} Formation lacustre.

9. Sables d'Ormoy et grès de Fontainebleau.
8. Sables lilacés à galets (Saclas, Moulinveau.) ———— C. (1).
7. Falun de Pierrefitte.
———— B.
6. Sables de Vauroux. } Sables à Corbulomyes.
5. Sables de la rue St.-Ant.
———— A.
4. Sables à *Cytherea splendida* de Morigny.
3. Falun à *Pectunculus obovatus* de Morigny.
2. Falun à *Ostrea cyathula* de Jeurre.
1. Molasse et marnes d'Etrechy.

} Formation marine.

Marnes et calcaires siliceux de Brie. . . . . — Lacustre.

(1) Les lignes A. B. C. indiquent les principaux niveaux de galets aux environs d'Etampes. Le niveau inférieur A. visible à Etrechy, Jeurre, Champigny et Etampes, correspond à une érosion assez sensible; il renferme comme le niveau B. de Pierrefitte des débris de l'*Halitherium Guettardi*. Les lits multiples C. de la couche 8 sont ceux indiqués dans nos coupes de Moulinveau et de Chalo-Saint-Mars ; ils ne renferment qu'accidentellement des dents usées de *Lamna*.

M. **L. Carez** fait remarquer l'intérêt que présentent pour l'étude du Miocène inférieur de notre région, les belles recherches de M. Lambert ; mais il demande si la superposition effective des sables de Pierrefitte aux horizons anciennement connus de Jeurre et de Morigny a été constatée, ou si la succession n'est indiquée que comme une hypothèse très probable.

Si les sables de Pierrefitte occupent la partie moyenne des sables de Fontainebleau, il faudra abandonner l'idée généralement acceptée jusqu'à ce jour, que la *Natica crassatina* se rencontre uniquement dans les horizons les plus inférieurs de l'étage et peut servir à les caractériser.

M. **Lambert** répond qu'en effet la couche fossilifère, occupant à Pierrefitte même le fond de la vallée, on ne peut observer directement les assises inférieures, que cependant, dans cette localité, le sable fossilifère repose sur des sables quartzeux, blancs, très fins, sans fossiles, reconnus sur une épaisseur de 30 cent. avec intercalation d'un lit de gros galets siliceux ; cette disposition statigraphique ne se retrouve ni à Etrechy, ni à Jeurre, ni à Brunehaut. Il ajoute que le prolongement de la couche de Pierrefitte du côté d'Etampes, jusqu'à la côte Saint-Martin, permet de s'assurer directement que cette assise occupe un niveau moyen au milieu de la masse des sables quartzeux blancs dits de Fontainebleau.

Quant à la présence à Pierrefitte du *Natica crassatina*, c'est un fait qui n'a pas lieu de surprendre. Sans doute, le principal niveau de ce fossile est la base du falun de Jeurre, mais il remonte plus haut ; on le retrouve, quoique rarement, dans le falun à *Pectunculus obovatus* (de Morigny), et, ce qui est décisif, on le signale jusque dans le sable d'Ormoy. M. Lambert n'a pas encore trouvé lui-même l'espèce à ce niveau ; mais il a vu un échantillon du *Natica crassatina* provenant d'Ormoy dans la belle collection de M. Bernay à Valmondois.

Les *Natica crassatina* de Pierrefitte sont toujours moins développés que les échantillons de Jeurre et semblent constituer dans les couches supérieures une variété de petite taille caractéristique. En somme, il en est du *Natica crassatina* comme des *Cerithium plicatum*, *Cer. trochleare*, *Bulla turgidula*, *Ostrea cyathula*, *Lucina Heberti*, et *Cytherea incrassata*, qui se rencontrent à tous les niveaux ; ces fossiles sont des caractéristiques d'étage et non d'assise. D'ailleurs les caractères généraux de la faune de Pierrefitte, d'accord avec les considérations statigraphiques, s'opposent, d'après M. Lambert, à ce que l'on identifie ce niveau avec celui des faluns de Jeurre et d'Etrechy.

M. **Munier-Chalmas** présente : 1° une Note sur une nouvelle espèce de *Diceras* du **Corallien** du **Jura** ; 2° une Note sur le genre *Valletia* du **Néocomien inférieur de Chambéry** ; 3° une Note sur quelques espèces de **Trigonies du Jurassique.**

M. **Munier-Chalmas** a publié (1) un genre nouveau de Crinoïde, du Dévonien inférieur de Gahard, qu'il a désigné sous le nom *Belemnocrinus*. Ce nom ayant été employé en 1862 par M. White (2), il propose de le désigner maintenant sous le nom de *Belocrinus*.

Le Secrétaire analyse la note suivante :

Note sur les **Terrains primaires** *du* **Morbihan.**

par M. **de Lacvivier.**

Dans une excursion (3) que j'ai faite à Malestroit (Morbihan), j'ai eu l'occasion d'étudier le Silurien, qui est fossilifère dans cette région. Je ne crois pas que des fossiles aient été déjà signalés sur ce point, mais j'en avais vu dans la collection de la Sorbonne, qui provenaient de Monteneuf, à 20 kilomètres au N.-E. dans la direction de Rennes.

Indépendamment du Silurien, j'ai constaté la présence du Cambrien, qui présente ici une certaine importance. Mais, avant de commencer cette étude, il me paraît utile de jeter un coup d'œil sur la carte géologique du Morbihan, par MM. Lorieux et E. de Fourcy, ingénieurs des mines, et de voir quelle idée ces géologues se faisaient des couches qui forment cette région.

Sur cette carte, une bande granitique se trouve indiquée, de la station de Questembert à Trénidhon, à 2 kilomètres et demi vers le nord. De ce point à Carvazio, un peu au sud de Molac, est représentée une deuxième bande teintée en jaune, composée de schistes argileux (schistes ardoisiers), dont les bords sont figurés par des hachures rouges indiquant que ces parties sont modifiées par le granite. Cette roche forme une amande au milieu de ces couches, qui appartiendraient au Silurien, d'après ces géologues. Ils les considèrent comme la partie moyenne de ce terrain.

Au delà est indiquée une nouvelle bande granitique d'une assez grande étendue qui se poursuit jusqu'aux environs de Bohal. Puis

(1) *Journal de Conchyliologie*, 1876.

(2) White, *Proc. Bost. Soc. Nat. Hist.*, vol. IX, 1862.

(3) J'ai fait cette excursion en compagnie de M. Rémy, professeur au lycée de Lorient, qui connaît le pays, et a bien voulu me donner les indications nécessaires.

viennent des schistes argileux siluriens, avec traces de métamorphisme sur les bords, et intercalation de grès, de poudingues et pierre à bâtir vers Tireven. Ceci est désigné comme formant la partie inférieure du Silurien; les grauwackes et schistes rouges, indiqués vers Monteneuf, seraient la partie supérieure de ce terrain.

MM. Lorieux et E. de Fourcy avaient ainsi reconnu le Silurien dans cette région, mais ils ne paraissent pas avoir vu le Cambrien, qu'ils signalent cependant sur d'autres points du département.

Mes observations ne me laissent aucun doute sur l'existence de ce dernier terrain dans la partie du Morbihan que j'ai étudiée, et nous allons voir qu'il y occupe une place importante. La voie ferrée de Questembert à Malestroit n'était pas encore livrée à l'exploitation et j'ai pu relever la coupe suivante, en allant du sud au nord :

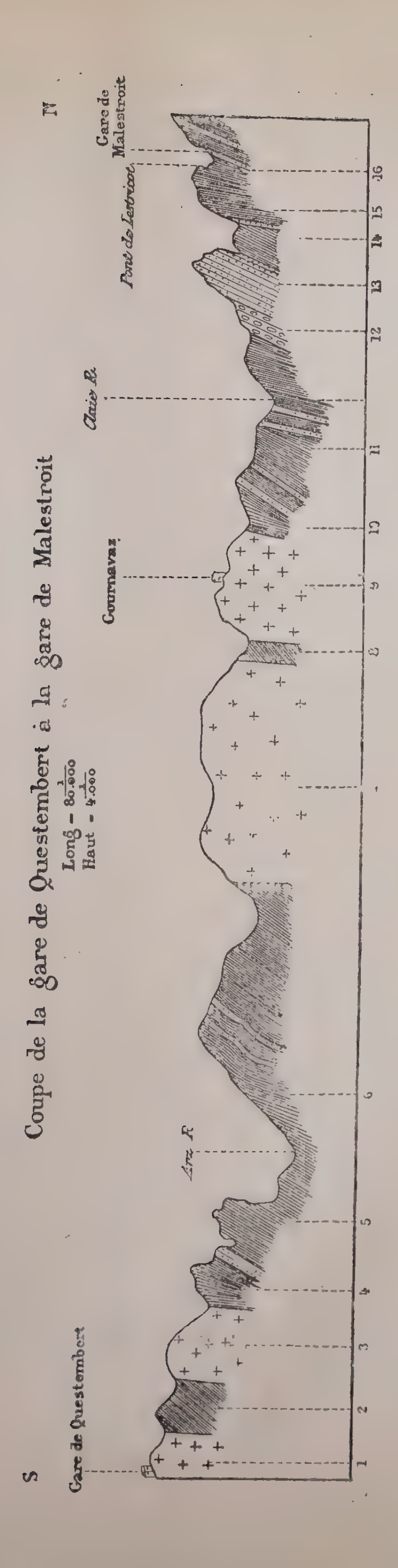
COUPE

La petite ville de Questembert est sur un des points les plus élevés de ce pays, et bien que le sol s'abaisse vers le nord, à la station du chemin de fer, on est encore à 105 mètres d'altitude. Cette partie est formée par le granite à gros grains (1) que l'on peut suivre le long de la voie jusqu'à Kerjuhel, sur une étendue d'environ 2,500 mètres.

Au delà viennent des schistes cristallins (2) très micacés, fortement inclinés, plongeant au sud, auxquels succède une nouvelle masse granitique (3). Les premiers bancs sont très durs, mais les derniers sont décomposés et supportent des schistes terreux (4). Les schistes cristallins enclavés dans le granite, ont été traversés et redressés par cette roche.

Aux schistes terreux succèdent d'autres schistes traversés par des filons de quartz. Quelquefois la roche est pénétrée complètement par la silice et passe au quartzite. Tout cela plonge en sens inverse et forme un escarpement. Au-dessus, on trouve une succession de schistes satinés bleus, de schistes jaunâtres, noirâtres, terreux, de schistes maclifères (5). Les cristaux sont d'abord petits, et rendent à peine la roche rugueuse; mais bientôt ils augmentent de volume et se présentent sous la forme de longs prismes dont la section a jusqu'à 8 millimètres de côté. Les couches qui en renferment ont une épaisseur de 150 à 200 mètres. Les derniers bancs forment un escarpement considérable, au-dessus d'une dépression dans laquelle coule un ruisseau appelé l'Arz.

Depuis la station de Questembert, le sol s'est abaissé graduellement jusqu'à 18 mètres d'altitude et l'établissement de la voie a nécessité sur ce point un remblai énorme.


Coupe de la gare de Questembert à la gare de Malestroit
Long = 1/80.000
Haut = 1/4.000
S
N
Gare de Questembert
Arz R.
Cournavaz
Claie R.
Pont de Lestricot
Gare de Malestroit
1
2
3
4
5
6
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Au delà du ruisseau, sur la rive gauche, le sol s'élève rapidement. On trouve une succession de schistes rouges (6) lie de vin, verts, jaunes, avec bancs de grès intercalés à la partie supérieure. On y trouve aussi des filons de quartz. D'abord assez redressés, ils prennent une inclinaison assez forte, avec plongement à l'ouest, et direction S. E.-N. O. Ces couches sont contournées et disloquées, surtout dans la partie la plus élevée. Elles se terminent à peu près à la hauteur du village de Molac, à 6 kilomètres environ de la station de Questembert et viennent butter contre le granite (7). Celui-ci occupe une étendue de terrain considérable; il forme, au delà de Molac, un plateau assez élevé, occupé à l'ouest par des forêts, et à l'est par une partie des Landes de Lanvaux. Un moment interrompu, près de Gournavaz, par une couche peu épaisse de schistes terreux (8), il se poursuit (9) dans la direction du nord et se termine vers Bohal, comme cela est indiqué sur la carte géologique du Morbihan. Sur ce point, le granite est en contact avec des marnes (10), peu visibles, parce qu'elles sont cachées par la végétation et que la tranchée est insignifiante.

Un peu plus loin, on trouve quelques bancs de grès durs et des schistes (11) d'une épaisseur considérable. Ces couches qui plongent N.-N.-E. sont rouges, verdâtres, jaunâtres et forment une dépression dans laquelle coule la Claie. Ils se continuent sur la rive gauche de la rivière, avec une grande variété de coloration, mais le rouge lie de vin domine surtout à la partie supérieure. Au delà, ils sont surmontés par une masse peu épaisse d'un poudingue ferrugineux (12), peu cohérent, que l'on a utilisé comme ballast. Cette couche donne une teinte vive aux coteaux qui s'étendent sur la droite.

Par-dessus vient un grès dur, très siliceux (13), espèce de quartzite formant un escarpement considérable aux arêtes vives, et dont le plongement est S.-O. Les couches suivantes plongent en sens inverse. Je ne suis pas bien fixé sur l'âge de ces dernières assises; cependant, je suis disposé à les considérer comme faisant partie de l'ensemble que je viens de décrire. Je crois que cette série de schistes maclifères, de schistes satinés, et de couches de même nature minéralogique, si diversement colorées, renfermant des bancs de grès, terminée par les quartzites et traversée sur plusieurs points par des masses granitiques, représente le Cambrien. Il offre à peu de chose près la même composition que les couches de Mortain et de Saint-Lô décrites par M. Dalimier, et il est la continuation de celles qu'il a signalées à Plélan et à Montfort-sur-Meu, à la limite du Morbihan et de l'Ille-et-Vilaine. Elles plongent ici sous le Silurien moyen pour aller reparaître dans la direction du N.-E.

Sur les quartzites reposent des schistes ([14]) qui plongent, avons-nous vu, en sens inverse. Il y a d'abord des couches rouges dans le fond du vallon sur lequel on a fait un remblai énorme. Au-dessus, on trouve une alternance de schistes jaunes, noirâtres, violacés ([15]) dont le prolongement est N.-N.-E. et qui se dirigent de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E. Le sol s'élève d'une manière sensible, la tranchée présente une assez grande épaisseur, ce qui a nécessité la construction d'un pont, pour établir la communication. Au delà, à l'endroit appelé Lestricot, se trouve une couche fossilifère ([16]); elle est oblique à la voie ferrée, de sorte que le côté droit n'est qu'à 200 mètres du pont, tandis que le bord gauche se trouve à 300 mètres. De ce côté, elle est recoupée par la route départementale de Vannes et le chemin de Saint-Marcel. On a trouvé des fossiles dans les tranchées.

Les couches fossilifères peu épaisses, trente à quarante mètres environ, sont formées par des schistes bleuâtres et jaunâtres. Plus loin, vers la gare, il y a des bancs rougeâtres, ferrugineux, et de temps à autre on trouve des bancs peu épais de grès dur. La gare est établie sur un remblai énorme, dit du Vaugace, fait avec ce qui a été retiré de la tranchée de Lestricot. Aussi, c'est sur ce point (1) que j'ai trouvé le plus de fossiles. Aujourd'hui, que la ligne est exploitée, les recherches ne sont plus possibles.

J'ai recueilli dans la tranchée et sur le remblai :

1° *Calymene Tristani*, Brong.
2° *Bellerophon bilobatus.*
3° *Orthonota*, sp.
4° *Bedonia*, n. sp.
5° *Orthis Dudleighensis*, Trom. (*Orthis redux*).

J'ai rapporté une trentaine d'exemplaires de Trilobites, dont plusieurs étaient déformés et indéterminables. Quelques *Calymene Tristani* étaient en bon état de conservation. Indépendamment de ces fossiles, j'en ai recueilli un grand nombre d'autres qui étaient trop écrasés pour pouvoir être reconnus. Ceux que je cite suffisent pour fixer le niveau auquel ils appartiennent. Le numéro 4 est une espèce du Silurien moyen de Bretagne, de la Mayenne, de la Sarthe, etc. La présence du *Calymene Tristani* suffit d'ailleurs pour caractériser ces couches. Les schistes du Silurien moyen se poursuivent vers Ploërmel. Quant à la bande fossilifère, elle paraît se diriger vers Monte-

(1) M. Daumas conducteur de la voie, qui a bien voulu me donner des renseignements, m'a dit que de nombreux fossiles très beaux ont été recueillis dans cet endroit.

neuf. C'est dans cette direction que se trouve le Cambrien décrit par M. Dalimier, et c'est de ce côté que je me propose de la suivre, dans une prochaine excursion.

Sur le **Terrain crétacé** *du* **Sahara septentrional,**

par M. G. **Rolland** (1).

Pl. XIII, XIV et XV.

J'ai pris part, au cours de l'hiver et du printemps 1879-1880, à la mission transsaharienne de Laghouat-El Golea-Ouargla-Biskra, dirigée par M. Choisy, et me propose de résumer devant la Société géologique mes travaux sur le terrain crétacé du Sahara septentrional.

Je présente en même temps une carte géologique du Sahara, à l'échelle du $\frac{1}{5,000,000^e}$ allant du 6e degré de longitude ouest au 13e degré de longitude est, et descendant jusqu'au 24e degré de latitude (2); (Planche XIII). Elle comprend une partie du Sahara central, dont la géologie fera l'objet d'une communication ultérieure.

La craie forme l'ossature de tout le Sahara septentrional. Les mêmes couches crétacées, caractérisées par les mêmes faunes et offrant sur de vastes espaces le même faciès minéralogique, se déroulent, au sud de l'Atlas et de la Méditerranée, depuis le Maroc à l'ouest, jusqu'à la Syrie à l'est, sur une longueur de près de 60 degrés en longitude et une largeur de 3 à 6 degrés en latitude.

Le Sahara septentrional est, contrairement aux idées reçues, généralement rocheux et parfois accidenté.

Les *hamada* ou plateaux rocheux, sans terre végétale, sans eau, s'étendant sur des espaces immenses, représentent le vrai désert. Les plus stériles et les plus désolées sont les hamada crétacées en calcaires durs, polis par les sables, souvent tout à fait nus. Elles semblent horizontales à l'œil, et il s'en faut de peu qu'elles ne soient parallèles à la stratification. De fait, les couches sont inclinées, mais très faiblement : elles figurent en grand de larges ondulations, et en détail une série de bossellements sans loi apparente.

Par place, les plateaux crétacés sont entaillés par des *oued* ou val-

(1) Note présentée le 21 mars 1881, parvenue en retard au secrétariat.

(2) Sauf pour l'Atlas et le Sahara orano-marocains, qui ont été figurés sommairement d'après les cartes préexistantes, cette carte a été confectionnée par le report direct et l'agencement convenable d'une série d'itinéraires et de documents, dont certains forts récents : Itinéraires Barth et Overweg, Duveyrier, Rholfs, Nachtigal, Galiffet, Choisy, Flatters (1re et 2e mission).

lées (1), souvent profondes ; celles-ci peuvent s'entrecroiser et former des réseaux enchevêtrés : elles donnent lieu alors à des régions désignées sous le nom caractéristique de *chebka*, filet ; au milieu des vallées, se dressent çà et là des *mehasser*, ou témoins à tête plate de la formation encaissante, et, sur le plateau, des *gour* (singulier *gara*), ou témoins, également à tête plate, de l'étage superposé et dénudé. Enfin les hamada crétacées se terminent par de grandes lignes de falaises, au profil accentué, couronnées par des *Kef* ou rochers abrupts, souvent assez importants pour recevoir le nom de *Djebel*, ou chaîne de montagne.

Aucun terrain postérieur au Crétacé n'apparaît jusqu'au Quaternaire dans le Sahara septentrional, sauf à l'est, dans le désert libyque, où l'on trouve du Tertiaire. Les parties basses des reliefs crétacés sont garnies d'atterrissements, qui occupent des étendues comparables et atteignent des puissances inusités. Ces dépôts ont été eux-mêmes l'objet d'érosions profondes, ayant donné lieu à des *oued*, à des *gour*, etc. Une croûte concrétionnée, calcaire et parfois gypseuse, recouvre fréquemment le Quaternaire et le Crétacé, et constitue une autre catégorie, des hamada rocailleuses. L'affleurement de nappes aquifères dans certaines dépressions donne lieu aux *sebkha* (bas-fonds salés) et aux *chotts* (étangs salés).

Quant aux dunes de sables (*Erg*, sable, pluriel *Areg*), dont j'entretiendrai prochainement la Société, elles ne sont qu'en sous-ordre au Sahara, dans la zone septentrionale duquel elles forment cependant des accumulations considérables.

Je diviserai la présente communication en deux parties : dans la première, je rendrai compte de mes observations sur la Craie du Sahara algérien ; dans la seconde, je donnerai un aperçu général sur son extension dans le Sahara septentrional.

PREMIÈRE PARTIE

SAHARA ALGÉRIEN

J'ai constaté que le terrain crétacé qui forme au nord du Sahara algérien un plateau unique, se prolonge jusque au delà d'El Golea, et constitue dans le sud deux plateaux étagés, appartenant à deux étages géologiques distincts. Il occupe, ainsi qu'on le voit sur la

(1) *Oued*, cours d'eau, vallée avec ou sans thalweg; par extension, toute dépression allongée offrant quelque végétation et quelque humidité.

carte (planche XIII), une bande nord-sud, large d'un degré et demi en longitude : relief rocheux, séparant, ainsi que l'a exposé M. Pomel (1), les deux grands bassins quaternaires de l'Oued Rir' et du Chott Melrir, à l'est, et de l'Oued Guir ou Oued Saoura, à l'ouest.

Je décrirai d'abord le plateau du nord, puis les deux plateaux du sud. Auparavant, je donnerai quelques indications sommaires sur la lisière méridionale de l'Atlas, dont j'ai tracé sur ma carte le contour géologique.

I. — LA LISIÈRE MÉRIDIONALE DE L'ATLAS.

Le terrain crétacé apparaît tout le long de la lisière méridionale de l'Atlas, de Gabès à Figuig et au delà.

J'ai adopté les définitions et les limites des étages de la Craie du sud de l'Atlas, telles qu'elles ont été récemment fixées par MM. Cotteau, Péron et Gauthier dans leur grand ouvrage sur les *Échinides fossiles de l'Algérie.* Le Cénomanien est formé, sur 500 mètres de puissance, par des alternances de marnes et de calcaires, présentant à leur partie supérieure une série remarquable de couches interstratifiées de gypse compact ou d'albâtre gypseux. Le Turonien, se compose essentiellement d'un massif continu de calcaires, en bancs épais et résistants ; je lui ai trouvé 100 mètres dans le Sahara algérien. L'étage sénonien offre des alternances de séries calcaires et marneuses, et peut atteindre 400 mètres.

§ **1. Laghouat-Figuig.** — C'est dans les provinces d'Alger et d'Oran, qu'apparaît le plus nettement la division de l'Atlas en trois zones parallèles : la région montagneuse du nord le long de la Méditerranée, les hauts plateaux avec leurs chotts, la région montagneuse du sud le long du Sahara.

Celle-ci, d'une importance relativement moindre, se décompose en chaînes et groupes de chaînes distincts, parallèles et dirigés à peu près de l'E. 30° N. à l'O. 30° S. Elle porte sur une grande partie de sa longueur le nom de Djebel Amour.

« Tout ce massif montagneux, disent MM. Cotteau, Péron et Gau-
» thier, se compose d'une série de crêtes parallèles entre elles et de
» cirques plus ou moins allongés dans le même sens. Toutes les cou-
» pes prises perpendiculairement à ces lignes de crêtes reproduisent
» très sensiblement la même succession de couches avec les mêmes

(1) A. Pomel, *Le Sahara,* 1872.

» accidents et une composition à peu près identique. Les couches » les plus anciennes appartiennent tantôt au Jurassique supérieur, » tantôt seulement au Néocomien. Au-dessus se succèdent, en série » continue, les étages urgo-aptien et albien, représentés surtout » par des masses énormes de grès, puis l'étage cénomanien carac- » térisé par ses marnes vertes fossilifères et ses bancs de gypse stra- » tifié, et enfin l'étage turonien constitué par des calcaires durs et » des dolomies qui couronnent les sommets et forment les crêtes » les plus saillantes. Au centre de la chaîne et parallèlement à sa » direction, on remarque une grande ligne de rupture anticlinale » sur laquelle sont échelonnés des pointements de sel gemme, au- » tour desquels les couches sont fortement redressées. A partir de » cette ligne, sur le versant sud, les couches plongent uniformément » vers le sud en s'abaissant graduellement, et bientôt elles sont en » grande partie masquées par les assises horizontales du terrain sa- » harien, de telle sorte que, vers les limites du Sahara, il n'y a plus » que quelques longues crêtes rocheuses qui font saillie et restent » seules visibles. »

Rien de frappant comme les dernières rides du Djebel Amour, se dressant rectilignes et parfois presque verticales en face de l'immensité du Sahara, émergeant brusquement du manteau d'atterrissement, lequel a tout nivelé et s'étend au loin vers le sud jusqu'aux limites de l'horizon. Tel est le Djebel-Tizigrarine ou Rocher des Chiens, sur lequel est bâtie la ville de Laghouat, crête isolée, tranchante et ébréchée, constituée par des bancs calcaires, qui plongent d'environ 45° vers le sud-est.

Laghouat, ville, oasis et environs avaient déjà été visités par plusieurs géologues, MM. Marès, Ville, Durand, Le Mesle. M. Ville (1) a décrit le Rocher des Chiens et son prolongement oriental, le Djebel Seridja ; au nord, il a dit comment la chaîne, qui va du Kefel Kheneg au Ras el Aïoun, où une coupure donne passage à l'Oued M'zi, se continue autour du Dakla de Laghouat et se relève souterrainement au Djebel Oum el Deloua, de manière à figurer une cuvette étranglée. Plus au nord, il a parlé longuement du Dakla el Milok, cette colline si typique, elliptique et cratériforme. Le même auteur a signalé les bancs de gypse qui affleurent sur les flancs des escarpements.

Les marnes verdâtres, les calcaires et les gypses de la base appartiennent au Cénomanien. Les calcaires blancs et dolomitiques du

(1) G. Ville. Exploration géologique du Mzab, du Sahara, et de la région des steppes de la province d'Alger.

sommet sont turoniens. A la partie inférieure des calcaires turoniens, M. Le Mesle a découvert un niveau important d'*Ammonites*, parmi lesquelles plusieurs types des calcaires à Ammonites de la Touraine; le même niveau se retrouve dans toute la région, au Dakla de Laghouat, au Rocher des Chiens, etc. Sur ce dernier rocher, M. Durand a recueilli de nombreux oursins, la plupart petits et ferrugineux, et, en outre, deux Rudistes, des Bivalves, des Ptérocères, etc.

La lisière méridionale du Djebel Amour se poursuit vers le sud-ouest avec des caractères identiques. On peut, sans connaître le pays, sans guide et sans boussole, aller de Laghouat (795^{m}), à Tadjérouna (870^{m}), El Maïa (945^{m}), Berizina (830^{m}), El Abiod Sidi Cheikh (861^{m}), El Outed, Figuig. Le chemin est tout tracé. Une série de crêtes marquent, avec une régularité géométrique, l'entrée du désert, et se succèdent, plus ou moins dans le prolongement les unes des autres, comme les pans d'une muraille démantelée.

La Craie moyenne domine au bord même de la montagne. A El Maïa, M. Pomel a signalé des Rudistes empâtés dans les calcaires.

Plus à l'ouest, il semble cependant que les dernières crêtes soient constitués, au moins sur une partie de leur longueur, non plus par le Turonien, mais par le Sénonien. Sur la crête terminale, à Delaa Mercied, à 30 kilom. d'El Maïa, M. Durand a recueilli l'*Otostoma Fourneli*, qu'il a retrouvé sur le prolongement occidental de la même crête, à 6 kilom. avant El Abiod Sidi Cheikh. Il y a ensuite une interruption, vis-à-vis d'El Abiod Sidi Cheikh, et la Craie inférieure apparaît au fond du rentrant de la lisière montagneuse.

Au delà, les faits sont moins connus, mais semblent analogues jusqu'à Figuig. A El Outed, M. Pouyanne a trouvé le Cénomanien caractérisé par une grande abondance de *Rhabdocidaris Pouyannei;* il indique en ce point un peu de Néocomien. Au Chebket el Beïda, M. Pomel signale le *Ceratites Maresi*, l'*Heterodiadema libycum* et le *Rhabdocidaris Pouyannei*. Ce dernier fossile a été découvert auprès de Moghar Tatania par M. Dastugue, en compagnie de l'*Heterodiadema lybicum*.

§ **2. Laghouat-Biskra.** — La lisière méridionale de l'Atlas, qui à l'ouest de Laghouat est théoriquement rectiligne et dirigée vers l'O-30°-S, se poursuit de même à l'est après un ressaut à l'extrémité du Djebel Bou Kahil. Cette chaîne est juxtaposée au flanc oriental du Djebel Amour; elle lui est parallèle et procède du même système de plissements. Elle comprend la série presque complète des couches crétacées et même du Nummulitique; les crêtes sont en calcaires turoniens. Mais ici la limite géologique entre ces formations et le

quaternaire du Sahara ne semble plus tracé par le pied du rideau montagneux, et forme une avancée dont M. Tissot a bien voulu me communiquer les limites.

A partir du Djebel Bou Kahil, la lisière de l'Atlas fait un coude vers l'est. La division de l'Atlas en trois zones perd sa netteté dans la province de Constantine : le bassin du Hodna communique largement avec la plaine d'El Outaya au sud, et il y a interruption des chaînes montagneuses séparant les hauts plateaux et le Sahara proprement dit ; de l'autre côté de cette trouée se trouve le grand massif de l'Aurès, relativement complexe mais où la même direction E.-30°-N. O.-30°-S. préside à l'alignement et au groupement des chaînes. La plaine d'El Outaya n'est séparée du Sahara que par un petit relief rocheux dirigé vers l'est, puis vers E. 30° N., et terminé au-dessus de Biskra par le Djebel Bourzel. Le première partie de cette chaîne offre les assises de la Craie supérieure, la seconde celles de la Craie moyenne.

Le Djebel Bourzel a été décrit par MM. Coquand, Ville, Péron et d'autres géologues. Les couches redressées qui forment cette arête, plongent d'environ 45° vers le nord. Sur le versant sud affleurent, à la base, les couches appartenant au Cénomanien supérieur, au sommet, les calcaires turoniens avec Rudistes, qui se voient au col de Sfa. Le versant nord offre une série d'assises turoniennes, s'enfonçant sous les alluvions d'El Outaya. Du côté du Sahara, à Biskra même (123^{m}), de petites crêtes turoniennes émergent de l'atterrissement.

§ **3. Biskra-Gabès.** — Au nord-est de Biskra se trouve une formation d'eau douce, marnes gypseuses à la base, grès et poudingues au sommet, à laquelle M. Ville a, par des analogies minéralogiques, attribué l'âge pliocène. Je ne l'ai pas distinguée sur ma carte d'ensemble, et l'ai confondue avec les terrains quaternaires du Sahara, également d'eau douce, dont elle ouvre la série complexe. Mais je la signale ici comme donnant lieu, entre la montagne et la plaine, en alluvions modernes, à des reliefs surbaissés.

Poursuivant à l'est de Biskra, nous voyons que le Djebel Amar Khaddou et, plus loin, le Djebel Chechar ont encore la direction E. 30° N., mais que la région montagneuse qui en dépend, se termine au sud par une ligne à peu près est-ouest, en amont du Chott Melrhir. Les derniers contreforts semblent appartenir à la Craie supérieure ; M. Ville y a recueilli quelques fossiles, entre autres, l'*Inoceramus regularis.* M. Coquand, venant de Tebessa, est entré dans le Sahara par Djelaïl, sur le versant oriental du Djebel Chechar ; il signale à cette localité les calcaires à Inocérames, les marnes dordo-

niennes, et, pardessus, les terrains tertiaires ; de même dans la vallée de Mamelour.

Ce sont la Craie supérieure et les terrains tertiaires qui dominent dans l'Aurès, le Doukkan, le Nemenchas ; la Craie moyenne n'apparaît que plus au nord et affleure suivant une zone passant par Batna, Krenchela, Tebessa.

A partir du Djebel Chechar, la lisière méridionale de l'Atlas se dirige vers le sud-est le long de la partie orientale du Chott Melrir et le long du Chott Rharsa. Le récent rapport de M. Roudaire sur les Chotts tunisiens (1878-1879), fait connaître la configuration de leurs bords. Les renseignements géologiques ont été coordonnés par M. Dru. Au nord, la rive du Chott Djerid et de son prolongement oriental le Chott El Fejej est dessinée par une bordure rocheuse qui va, de l'ouest à l'est, depuis le seuil de Kriz, entre le Rharsa et le Djerid, jusqu'au seuil de Gabès, entre l'El Fejej et la mer ; de même, au sud, une chaîne rocheuse, le Djebel Tabaga, longe de l'est à l'ouest le Chott El Fejej depuis Gabès jusqu'au promontoire qui s'avance entre ce Chott et le Djerid. Ces reliefs sont constitués par des couches crétacées ; quelques lambeaux de terrains tertiaires se rencontrent également le long du rivage septentrional.

De nombreux fossiles ont été recueillis par la mission Roudaire : « Leur réunion, dit M. Dru, permet de recomposer l'ensemble du système crétacé qui entoure les Chotts et dont les affleurements sont à peu près en relation avec les mouvements du sol, c'est-à-dire que dans la partie centrale de la rive nord du massif, où les altitudes dépassent 250 à 300 mètres, apparaissent les couches les plus anciennes, les niveaux de l'étage cénomanien et peut-être de l'urgo-aptien, tandis que sur les points extrêmes, on a des couches plus élevées dans la série géologique. Le soulèvement qui a donné naissance à l'immense brisure, dans laquelle se sont formées ces grandes sebklas, et qui, dans sa disposition orographique, affecte, comme le pays de Bray, la forme d'une boutonnière, a atteint son maximum d'expansion entre le Djebel Kebiriti et le Djebel Aïdoudi. »

M. Pomel avait déjà constaté, en 1877, que le terrain crétacé encadrait et modelait le seuil de Gabès, mais que celui-ci était en réalité formé par un dépôt d'atterrissement quaternaire. Le seuil même (cote minima 47^m, 37) « constitue, dit M. Pomel, une colline dirigée N.-S, qui reproduit très probablement un relief souterrain du terrain crétacé, allant du Djebel Dissa au Djebel Mida. » Ce géologue écarte aussi bien l'idée de la Méditerranée pénétrant à l'époque quaternaire dans la région des Chotts, que celle d'un cours d'eau

servant d'exutoire au bassin des Chotts, qui était alors certainement fermé.

II. — LE PLATEAU DU NORD DU SAHARA ALGÉRIEN.

Au sud de Laghouat s'étend la région quaternaire des *daya* (dépression fermée et humide) détroit d'une centaine de kilomètres de largeur, faisant communiquer les bassins quaternaires de l'Oued Rir' à l'est, et de l'Oued Guir à l'ouest. Cette région offre une chaîne surbaissée, sensiblement parallèle à l'Atlas, qui limite au sud le bassin de l'Oued Djeddi, et dont le Ras Cha'ab (850^{m}) est le point culminant. Elle forme un seuil qu'il faut franchir, quand on quitte Laghouat pour le Sud. Le seuil quaternaire de la surface correspond sans doute à un relief souterrain du terrain crétacé (Fig. I, Planche XIV).

§ **1. — La Hamada entre le Mzab et l'El Loua.** — Les couches crétacées qui, le long de la lisière méridionale de l'Atlas, plongent au sud sous les atterrissements, se relèvent en profondeur, et émergent de nouveau dans le désert avec des pentes extrêmement douces. Elles constituent, au milieu du Sahara algérien, un plateau plongeant dans son ensemble à l'E. 30° S., et s'enfonçant sous le bassin quaternaire de l'Oued Rir. La partie orientale de ce plateau est entaillée par les vallées du Mzab, de Methlili, etc., se rendant à l'Oued Mya. Vers l'ouest, il se relève d'une manière continue et se termine brusquement à la grande falaise d'El Loua. Entre la tête de ces vallées, d'une part, et cette falaise limite, d'autre part, il forme une bande continue et plane, sur laquelle nous avons cheminé pendant une centaine de kilomètres, du nord au sud, jusqu'à El Hassi. (*Hassi*, puits).

Le passage de la région quaternaire des daya à la *hamada* crétacée se fait insensiblement. Il n'est nullement indiqué par le relief. Il est masqué par les calcaires concrétionnés, qui encroûtent l'un et l'autre terrain et dont l'énorme développement est un fait général à la surface du Sahara algérien, particulièrement dans le nord. Peu à peu, cependant, au milieu des rocailles, on aperçoit des îlots, de plus en plus fréquents, des calcaires blanchâtres, dolomitiques, saccharoïdes, très durs, constituant désormais le plateau et recouverts par une carapace peu épaisse. Ceux-ci sont crétacés et rappellent tout à fait les calcaires turoniens des crêtes de Laghouat.

La hamada offre une grande uniformité. Elle est plane, sauf quelques reliefs très surbaissés, résultant de l'inégale dénudation des

couches. Vers l'est, dans un certain rayon autour des têtes de vallée, la surface ravine peu à peu, et montre à nu les calcaires crétacés. On peut juger là, ainsi qu'en aval, sur les flancs des vallées, du fendillement des couches. Celles-ci sont parsemées de géodes de calcite et traversées en tous sens par un réseau de veinules remplies de calcaires concrétionnés, brun et rouge, les mêmes qui recouvrent le plateau de leurs croûtes. Ces dépôts se voient également sur les pentes et dans le fond des vallées, où ils empâtent des débris de calcaires et parfois des silex de la craie, donnant lieu à des brèches et à des conglomérats de toutes sortes.

§ 2. — **La Chebka du Mzab et de Methlili.** — La Chebka du Mzab et de Methlili a été décrite par M. Ville. Notre itinéraire y pénètre à Aïn Massin, mais en sort aussitôt. Le plateau crétacé est entaillé de ce côté par une série de vallées plus ou moins parallèles, dont la pente est dirigée en moyenne vers l'E. 30° S., comme les couches géologiques et comme le plateau lui-même ; les mêmes vallées se poursuivent dans les atterrissements jusqu'à la grande gouttière de l'Oued Mya et des bas-fonds d'Ouargla et de Negousa. Telles sont, du nord au sud, l'Oued en Nça, l'Oued Mzab, au fond desquelles sont situées les oasis du Mzab, Berrian, Ghardaïa, Melika, Beni Isguen, Bou Noura, El Ateuf, puis l'Oued Methlili, avec le village de ce nom, au Chaamba Berazga ; ensuite l'Oued Mask, où se trouvent les sources d'Aïn Massin ; l'Oued Goullaban, l'Oued el Gaa. L'oasis de Guerara, qui appartient également au Mzab, fait exception et occupe une dépression dans le Quaternaire.

L'itinéraire de M. Ville va de Ouargla par Guerara, Methlili, Berrian à Laghouat. La Chebka se prolonge plus loin vers le nord-est que ne l'indique la carte géologique de cet auteur. La limite du Crétacé et du Quaternaire dans cette région m'a été communiqué par M. Durand, qui a fait la route directe de Laghouat à Guerara.

Auprès de Guerara, M. Durand a constaté que le plongement des couches crétacées sous le bassin quaternaire devenait appréciable à l'œil. J'ai dit que ce plongement était généralement imperceptible : ainsi d'Aïn Massin à Methlili, situé à 40 kilom. au nord-est, il n'est que de 0,2 °/₀ en moyenne.

La hauteur, assez variable, des vallées du Mzab n'atteint pas 100 m. Leur largeur est parfois de plusieurs kilomètres. Les formations encaissantes comprennent des calcaires, et, au-dessous, des marnes. Les calcaires, généralement dolomitiques, constituent le plateau et le haut des berges ; ils renferment des bancs ou amas de gypse interstratifiés. Les bancs de gypse se font surtout remarquer dans les

marnes sous-jacentes, où se trouvent, de plus, des calcaires, calcaires marneux et grès subordonnés; ces marnes apparaissent au bas des berges, et la plupart des puits creusés au fond des vallées, y pénètrent.

Dans le centre même du Mzab, la partie apparente des berges est entièrement calcaire. Mais en remontant les vallées vers l'ouest, on voit les marnes sur une hauteur croissante. En effet, la pente des thalweg se trouve inférieure au plongement des couches : de telle sorte que la profondeur des vallées devrait augmenter vers l'amont, si l'épaisseur des calcaires ne diminuait pas notablement, par suite de la dénudation, dans cette direction, en approchant de la limite du plateau. Du moins, les vallées restent profondes et abruptes jusqu'à leur origine, où elles offrent des ravins à pic.

L'Oued Mask, près de sa tête, a des berges de 80 mètres, dont une corniche calcaire de 20 mètres, couronnant un talus marneux de 60 mètres. La corniche est formée de gros bancs, de 1 à 5 mètres, raides et terminés par des pans verticaux. La vallée et ses ramifications découpent à angle droit le plateau horizontal : celui-ci se poursuit de niveau jusqu'au bout des promontoires effilés qui séparent les découpures, tels que le cap de Sidi Menad. Entre les berges opposées se dressent des *mehasser*, dont les plates formes supérieures sont sur le même plan que le plateau environnant. On dirait des vallées de fracture ou d'écartement, c'est-à-dire des cassures ouvertes, dont les *mehasser* seraient les esquilles.

Cependant la largeur des vallées de Chebka, qui parfois deviennent de vastes plaines, montre qu'il n'y a pas eu ouverture, mais excavation. Leur creusement est dû à l'érosion par les eaux, mais leurs traits fondamentaux ont été dessinés par des cassures : ainsi s'explique la disposition coudée et en zig-zag des vallées sur le plateau crétacé, faisant contraste avec la disposition serpentante des mêmes vallées en aval, sur l'atterrissement, là où elles sont dues uniquement à des actions érosives.

En effet, les couches présentent un système réticulé de fissures, que j'ai pu observer avec une netteté extrême, à la surface nue et polie des hamada crétacées du sud du Sahara algérien. C'est à elles qu'est dû l'état fragmentaire et ruiné des corniches qui couronnent les berges des vallées ; l'inspection de ces corniches montre que les fissures considérées sont généralement verticales ou perpendiculaires à la stratification. En outre, il existe de grandes fentes dans les calcaires de la Chebka. M. Ville signale à Berrian, à Bou Noura et à Methlili, « l'existence d'un bruit souterrain qui est tout à fait comparable au bruit d'un torrent roulant sur des rochers. Les Mzabites

l'attribuent à un cours d'eau qui coulerait à travers des cavernes de calcaire dolomitique. »

Les bancs se correspondent régulièrement d'une berge à l'autre des vallées. Nulle part, à ma connaissance, on n'observe de faille. Les cassures qui cisaillent ainsi les couches crétacées du Sahara, sont des fissures par brisement sans rejet, des diaclases, ainsi que les a appelées M. Daubrée. Ce sont ces diaclases qui ont esquissé les vallées de Chebka. Elles ont guidé les eaux, donné lieu aux premières rigoles, et déterminé les lignes d'érosion. Puis les eaux étant drainées par les canaux déjà tracés, il y a eu excavation, approfondissement et élargissement graduels. Il y a eu en même temps éboulement sur les bords, les blocs se détachant suivant les fissures des couches : d'où les profils accentués des escarpements et les angles vifs des corniches.

Les fossiles sont rares au Mzab, et rarement déterminables spécifiquement. Cependant M. Thomas en a recueilli dans un calcaire marneux jaune, qui devait appartenir à l'étage marneux inférieur, et parmi eux, M. Péron a pu reconnaître un bon nombre d'espèces cénomaniennes. M. Durand a également trouvé, au-dessous des masses dolomitiques supérieures, l'*Ostrea Mermeti* si abondante dans le Cénomanien au Djebel Bou Kahil. Les calcaires dolomitiques du plateau ont aussi fourni à M. Durand des fossiles, la plupart assez frustes, parmi lesquels des Rudistes et un *Cyphosoma*, recueillis entre Tilremt et Berrian, dans l'Oued Settafa.

D'après ces quelques indications paléontologiques, les calcaires dolomitiques du Mzab sont turoniens, et les marnes gypseuses sous-jacentes sont cénomaniennes : c'est ce que devait faire supposer leur identité minéralogique avec le Turonien et le Cénomanien de l'Atlas, et c'est ce que démontre leur équivalence stratigraphique avec le Turonien, également calcaire, et, le Cénomanien, également marno-gypseux, de la région d'El Golea.

§ 3. — **La falaise d'El Loua.** — La falaise d'El Loua dessine la ligne de relief le plus important du Sahara algérien. Elle est nord-sud, et se trouve à peu près sur le méridien de Laghouat. Sa longueur est de 75 kilom. environ. Sa hauteur est d'au moins 200 mètres près d'Aïn Massin, au point où a été prise la coupe générale donnée par la fig 2 de la planche.

D'une part, la falaise d'El Loua limite à l'ouest le plateau crétacé, qui se relève d'une manière continue jusqu'à la crête de l'escarpement, laquelle trace rigoureusement la ligne de faîte à partir de laquelle les eaux coulent vers le sud-est et vont à l'Oued Mya ;

de l'autre, elle borne une immense plaine d'atterrissement, qui s'élève vers l'est en pente douce jusqu'au pied de l'Atlas oranais et dépend du bassin quaternaire de l'Oued Guir : c'est un ressaut entre deux plans étagés et parallèles, l'un quaternaire, l'autre crétacé.

Précipice, quand on vient de l'est, muraille à pic, quand on vient de l'ouest, l'escarpement ne peut être descendu ou monté que par les ravins abrupts et encaissés qui l'échancrent.

Cette falaise est due aux érosions quaternaires. Il en est résulté une ligne saillante qui a guidé le cours des eaux postérieures, et donné lieu, la pente étant suffisante, à une érosion longitudinale : c'est la gouttière de l'Oued Loua.

La falaise et la gouttière d'El Loua prennent naissance à une demi-journée environ au sud-ouest de Zebbacha, en même temps que le plateau crétacé émerge de l'atterrissement. La hauteur totale est d'une centaine de mètres aux ravins du Chaïb Rassou, où M. Pomel l'a franchi. Elle est de 200 à 250^{m} près d'Ain Massin, où se trouve la principale échancrure par laquelle nous sommes descendus pour nous rendre dans le bas-fonds. L'El Loua continue jusque vers le parallèle d'El Hassi, où cesse le plateau continu qui sépare les atterrissements du Sahara oranais, à l'ouest, et la Chebka du Mzab, à l'est.

L'examen des altitudes montre que les couches crétacées figurent dans le nord du Sahara algérien un bombement, en vertu duquel elles plongent vers le nord-ouest, sous le quaternaire, de manière à se relier souterrainement aux mêmes couches qui plongent en sens inverse à la lisière méridionale de l'Atlas. La falaise d'El Loua figure la coupe oblique de ce bombement, dont le versant oriental est seul visible, ou à peu près. Le long de l'El Loua, il y a interruption des couches crétacées, qui vers l'ouest sont dénudées ou cachées par l'atterrissement.

La falaise considérée est semblable aux berges de l'Oued Mask près d'Aïn Massin : corniche calcaire de 20^{m} et talus marno-gypseux de 60^{m}. Sur la base de ce talus s'étalent des terrains de transport, avec galets roulés dont la grosseur peut dépasser un mètre cube. Quant à la gouttière même de l'Oued Loua, elle est creusée dans ces alluvions, et serpente entre deux grandes terrasses étagées. Nous nous sommes rendus au bord de la seconde terrasse, au point A. (voir la fig. 2, planche XIV). A nos pieds s'étendait vers l'Ouest une plaine limoneuse, descendant en pente douce vers le thalweg, assez vague, de l'oued. En face, nous apercevions les terrasses opposées de la rive droite, et l'embouchure de l'Oued Mehaiguen; au sud-ouest, les Areg Ben el Adjal attiraient le regard. Derrière nous, dissymétrie complète : la falaise se dressait avec son profil accusé et ses flancs

dentelés, semblant gigantesque à nos yeux habitués aux horizons du Sahara.

L'Oued Loua est en pente continue vers le sud et aboutit à la dépression fermée de Day et Tarfa.

§ 4. — **La Chebka au sud d'El Hassi.** — Les vallées précédentes du Mzab, de Methlili, etc., ne s'arrêtent pas loin de la falaise d'El Loua. Les suivantes, Oued Zahra, Oued Ter'ir, Oued Sadana, Oued Sidi Ahmed, Oued Zirara, etc., traversent de part en part la hamada. C'est ainsi qu'au sud d'El Hassi, la Chebka se poursuit jusqu'à la limite occidentale de la formation crétacée, qu'elle découpe alors en tous sens, de manière à n'en plus laisser que des témoins isolés et épars.

Le plateau, ainsi que les vallées, descend toujours vers l'E. 30° S. Le plongement des couches, que j'ai vu atteindre 0, 5 °/₀, continue à être supérieur à la pente des thalweg, laquelle, le long de l'Oued Ter'ir, que nous avons suivi, est en moyenne de 0,15 °/₀. Par suite, la hauteur et la largeur des vallées diminuent vers l'aval. Inversement, vers l'amont, elles augmentent; puis il y a des bifurcations, et les massifs intermédiaires, de moins en moins importants, sont traversés par des découpures transversales : d'où un réseau entrecroisé et complexe, dans lequel la dénudation va croissant vers l'ouest jusqu'à la limite de la formation de plus en plus émiettée.

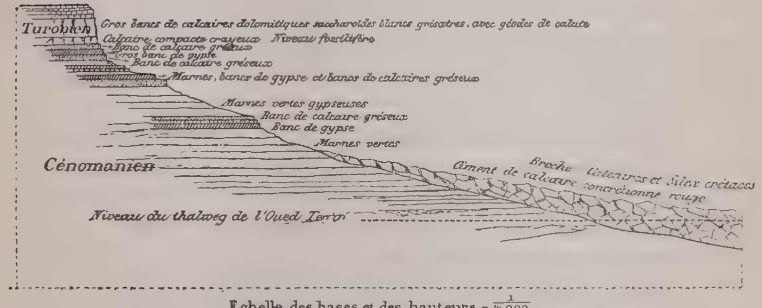
La fig 3, planche XIV, donne la coupe générale de cette région déchiquetée, entre El Hassi et Hassi Charef, sur une longueur de 55 kil. Tantôt c'est un plateau divisé en massifs distincts, tantôt c'est une plaine d'alluvion, de laquelle émergent çà et là quelques témoins isolés. Les reliefs rocheux n'indiquent plus le système des vallées. Cols et vallées ont une importance comparable. Les thalwegs ont les allures les plus capricieuses. Plusieurs cheminent côte à côte dans la même plaine. Deux situés bout à bout, dans la même découpure, ont des pentes inverses. Ils n'offrent pas toujours de pente continue et aboutissent souvent à des dépressions fermées.

Le profil des escarpements ne cesse d'appartenir au même type . corniche calcaire et talus marneux. La hauteur maxima se voit sur le flanc gauche de l'Oued Ter'ir, un peu au sud de Teniet el Anez; elle atteint 120 mètres, dont 20 mètres de calcaires turoniens, 60 mètres de marnes cénomaniennes, avec gypse interstratifié, calcaires et grès subordonnés, et, au bas de la pente, 40 mètres de brèche quaternaire. La figure 1 donne la coupe détaillée de cet escarpement. On remarquera les 3 bancs de gypse, de 2^m, 3^m et 5^m, à la partie supérieure des marnes, et le quatrième à la partie inférieure ; je les ai suivis

très nettement sur plus de 12 kilom. de longueur. La corniche calcaire affecte, par suite de la régularité des couches et de leur état fragmentaire, des formes qui étonnent et semblent parfois dues à la main de l'homme. On dirait les assises d'une muraille, ou les marches d'un escalier, ou les ruines d'un monument, d'un fort, etc.

Fig. 1.

Coupe détaillée de l'escarpement est de l'Oued Ter'ir, près Teniet El Anez



Echelle des bases et des hauteurs = $\frac{1}{4.000}$

De légères ondulations s'observent le long des lignes d'escarpements. La plupart tiennent aux affaissements des calcaires sur les talus marneux sous-jacents. J'ai noté ainsi plusieurs mehasser à plates-formes penchées.

L'Oued Ter'ir, à partir d'Hassi Charef, est une véritable vallée, encaissée entre deux berges continues. En ce point, elle a 2 kilomètres de large et 100 mètres de haut, dont 40 mètres en marnes. Elle se poursuit en zig-zag, vers l'E. 30° S., le contact des calcaires et des marnes s'abaissant graduellement (voir la fig. 1, planche XIV). A Bir Rekaoui, les berges sont entièrement calcaires et ont 60 mètres. En aval d'Hassi el Hadadia, la vallée n'a plus que 300 mètres de large et 40 mètres de haut. Ce n'est plus alors qu'un chenal peu profond entaillé à la surface du plateau; les contours deviennent mous; le lit devient vague. L'oued n'a plus que quelques mètres, au point où notre itinéraire en sort, et, au delà, il semblerait devoir se perdre sur le plateau.

III. — LES DEUX PLATEAUX DU SUD DU SAHARA ALGÉRIEN

§ 1. — La lisière des deux plateaux au nord-est d'El Golea. — Du haut de l'escarpement d'Hassi Charef, nos regards ne distin-

guaient que la hamada turonienne s'étendant à perte de vue dans toute son uniformité. Ayant de même gravi les berges de l'Oued Ter' ir auprès d'Hassi el Hadadia, nous aperçûmes un série de gour, faisant saillie tout autour de nous au-dessus de la ligne d'horizon ; leur forme était régulière et analogue à celle des mehasser vus précédemment : un talus incliné de 25 degrés en moyenne, une corniche raide ou verticale, une plate-forme horizontale. A notre sortie de l'Oued Ter'ir, nous retrouvâmes les gour en question, et pûmes constater qu'ils étaient, en effet, superposés au plateau comme des troncs de pyramide sur une table. Ce sont les témoins isolés d'un étage supérieur, semblable à l'étage sous-jacent : couches en apparence horizontales, calcaires en haut, marnes en bas.

Vers l'est, les gour se groupent et se massent : c'est alors un plateau continu. Le plateau supérieur, de plus en plus découpé et dénudé vers l'ouest, se termine ainsi par une région de gour de même que plus à l'ouest le plateau inférieur par une région de *mehasser*.

Ces gour ne sont pas distribués sans ordre à la surface du plateau inférieur. Ils s'alignent fort nettement, et donnent lieu à des chaînes plus ou moins discontinues entre les vallées. Le plateau est alternativement entaillé par les lits d'oued, et hérissé de chaînes de gour, et ces lignes orographiques, les unes en creux, les autres en relief, sont parallèles. Nous avons ainsi traversé l'Oued Ter'ir, les Gour Rahoua, l'Oued Sadana, les Gour Khenfous, l'Oued Sidi Ahmed, les Gour Oudian et les Gour Zirara, l'Oued Zirara, les Gour Iza. La fig. 4, planche XIV, donne la coupe générale de cette région sur une longueur de 30 kilom. du nord-nord-est au sud-sud-ouest, le long de notre itinéraire : nous suivions la direction des couches, ou à peu près, et cheminions sur la plaine rocheuse en nous maintenant à des altitudes peu variables (fig. 1, planche XIV); nous recoupions les oued suffisamment en aval pour que leurs lits n'eussent plus de profondeur notable, et passions par les brèches ou les cols que présentent les chaînes de gour.

Ces chaînes augmentent d'importance vers le sud-est, et arrivent à former des massifs continus. Les intervalles qui les séparent, de moins en moins larges, deviennent de véritables vallées, entaillant le plateau supérieur, et ces vallées font suite aux vallées qui entaillent le plateau inférieur, sur lequel elles se fussent perdues sans les assises superposées où l'érosion pût se poursuivre.

La région des gour diminue d'importance vers le sud. A partir de l'Oued Zirara, nous avons vu, à la limite occidentale du plateau supérieur, une ligne de relief profondément dentelée, mais semblant continue : nous passions devant les caps avancés d'une série de pro-

montoires effilés et parallèles, orientés comme les chaînes de gour dont ils sont un diminutif, et séparés par des anses encaissées, comparables aux coulisses d'un théâtre gigantesque.

L'Oued el Khoua aboutit à une de ces échancrures du plateau supérieur, au travers duquel elle se poursuit. Cette vallée vient du nord-ouest, sur le plateau inférieur, comme les précédentes, mais il semblerait qu'elle ne traverse pas le plateau de part én part, et se ferme à son origine, comme les vallées du Mzab. Au sud de l'Oued el Khoua, se trouve le promontoire des Gour Aggabi.

Les escarpements du plateau supérieur présentent une composition constante. Le sous-étage inférieur, beaucoup moins puissant que le sous-étage de la Craie moyenne du Sahara, n'a guère que 50 mètres de marnes. Le sous-étage supérieur, plus ou moins dénudé, offre au plus 30 mètres de calcaires sur les gour et les falaises limites, mais il est bien plus épais sur le plateau continu. Le premier comprend des marnes vertes, rouges, jaunes, avec lits de grès et de calcaires marneux, et avec bancs de gypse interstratifiés; le second des calcaires saccharoïdes, dolomitiques, grisâtres, des calcaires blancs, compacts, et un niveau de calcaire gréseux, jaune serin, fossilifère. Ce niveau ne m'a pas offert de fossile caractéristique : mais je dirai de suite en anticipant, que l'étage supérieur du sud du Sahara algérien peut se suivre jusqu'en Tripolitaine, où, d'après ses fossiles, il appartient incontestablement à la Craie supérieure.

Les gour de la Craie supérieure présentent çà et là des formes intéressantes, qui captivent l'œil fatigué de la monotonie générale. Telle corniche calcaire offre un surplomb audacieux. Tel monticule figure un cône parfait, etc. Les talus marneux reposent directement sur le plateau turonien. Celui-ci est constitué par de gros bancs calcaires, saccharoïdes, dolomitiques, à grains fins, très durs, gris tachetés de rose, polis, formant de superbes dallages de marbre (1). Ces calcaires sont parsemés de concrétions siliceuses ou calcaires, en nodules ou en géodes, en lits intercalés ou en veinules. On trouve également des croûtes quaternaires; mais la carapace ne forme ici que des îlots épars.

Les calcaires turoniens apparaissent à nu sur les hamada du Sud. Ils ne sont masqués par aucune terre végétale; ils sont décapés, ils sont polis. On peut juger, à la surface de ces hamada, de la multitude des fissures qui traversent les couches, fissures très rapprochées et distantes parfois de moins d'un mètre, décomposant le plateau en dalles polygonales et le hachant littéralement. Les conditions

(1) Les calcaires saccharoïdes prédominent dans le massif turonien, sauf à la base où se trouvent des calcaires compacts et blancs.

sont remarquablement favorables pour l'observation des diaclases, qu'on peut suivre tout le long de leurs affleurements, et dont les directions tendent à se grouper autour de deux directions principales, à peu près perpendiculaires et voisines de l'E. 30° S. et du N. 30° E.

§ 2. — **Le plateau inférieur dans la région d'El Golea.** — J'évalue, d'après mes coupes de détail et d'ensemble (fig. 1, planche XIV), à 100 mètres, en chiffres ronds, la puissance totale, sensiblement constante, du massif des calcaires turoniens dans le Sahara algérien. Généralement la série des bancs affleure sur les hamada sans donner lieu à aucun relief. On comprend cependant que celles-ci s'accidentent, soit que les couches se présentent par leurs tranches et figurent des terrasses, soit que la dénudation ait laissé certains témoins en saillie. Tel est le cas du plateau inférieur dans la partie que nous avons traversée depuis l'Oued el Khona, en nous rabattant au sud-ouest vers El Golea. La fig. 1, planche XIV, indique de part et d'autre d'El Golea, les deux physionomies extrêmes, accidentée et plane, que peut offrir la hamada.

Ce plateau, le plateau inférieur, le plateau du Mzab et de Methlili, se poursuit donc au sud jusqu'à El Golea, et au-delà. Dans cette région, il se termine de nouveau par une falaise continue, semblable à celle d'El Loua. A El Golea même, la falaise est à peu près nord-sud ; elle oblique, d'un côté vers le nord-nord-ouest et de l'autre, vers le sud-ouest, dessinant ainsi un rentrant. En même temps, la direction des couches oscille ; le plongement, qui se maintient dans le Sahara algérien aux environs de l'E. 30° S., a lieu, à l'est d'El Golea, vers l'est (il atteint 1, 5 °/₀), et, au sud de cette oasis, vers le nord-est.

Le plateau considéré forme, à l'est d'El Golea, une bande de 50 kil. de large. Puis il est dominé par la falaise du plateau supérieur, que nous avons gravi près d'Hassi-el-Melah, en nous rendant d'El Golea à Ouargla : nous avions laissé la même falaise aux Gour Aggali en venant du nord-est ; c'est encore elle que nous avons vue du sommet du piton de sable du Guern el Chouff, à une journée au delà d'El Golea, barrant l'horizon vers le sud. Elle décrit ainsi une courbe tournant sa concavité vers l'ouest, plus ou moins parallèle à la falaise inférieure.

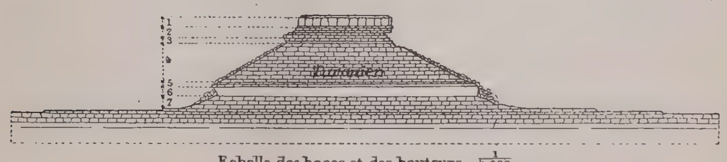
A mi-distance entre ces deux falaises, le plateau inférieur offre, au nord-est et à l'est d'El Golea, une ligne de relief semblable et semblablement placée, recoupée en divers points par M. Duveyrier (1859), par la colonne de Galiffet (1873), et par nous. C'est la ligne des gour Zidia, d'El Fedj, etc. Je dirai sommairement ici que les Gour Zidia et

d'El Fedj forment dans leur ensemble une falaise discontinue, entièrement calcaire, limitant au nord-est une plaine haute constituée par les assises supérieures du massif turonien, et dominant au sud-ouest, vers El Golea, une plaine basse constituée par les assises inférieures, mais parsemée de témoins des assises superposées, gour et terrasses, dont l'ensemble est complexe.

Tel est le groupe des Gour Ouargla. Ils se font remarquer par la régularité géométrique de leurs formes rectangulaires et allongées. Leurs talus sont particulièrement raides; leurs plates-formes paraissent bien horizontales. La fig. 2 donne la coupe d'un de ces gour.

Fig. 2.

Coupe détaillée d'un des gour Ouargla.



Echelle des bases et des hauteurs – $\frac{1}{4.000}$

1. Calcaire gris saccharoide très dur, avec géodes de calcite.
2. Calcaire gris et rose saccharoïde très dur, avec concrétions siliceuses brunâtres.
3. Calcaire gréseux jaune serin fossilifère.
4. Eboulis calcaires avec sables.
5. Calcaire blanc compact.
6. Calcaire blanc crayeux, banc de 4 m, avec *O. Hippopodium? Sphærulites, Lefebvrei, Hemiaster* ferrugineux; *Cyphosoma Choisyi.*
7. Eboulis calcaires avec sables.
8. Calcaire jaune café au lait compact, avec *Ammonites* et *Sphærulites.*

Il a 50 mètres. On y retrouve les calcaires saccharoïdes, gris et roses, avec concrétions siliceuses. A la base, ce sont des calcaires blanchâtres compacts. Parmi ceux-ci, un banc de calcaire crayeux, relativement tendre, épais de 4 mètres, attire l'attention, tant par sa couleur d'un blanc éclatant, que par les curieux exemples de son érosion par les sables. Ce banc s'est montré très fossilifère.

Mes fossiles du Sahara ont été soumis à MM. Bayle, Coquand, Cotteau, Douvillé, Péron, qui m'ont aidé à les déterminer et auxquels j'exprime ici toute ma reconnaissance.

Gisement des Gour Ouargla. Les fossiles que j'ai recueillis au gour Ouargla sont les suivants :

Ostrea hippopodium? Nilson. — Les exemplaires sont plus ou moins brisés, et il est difficile d'être affirmatif sur l'espèce qu'ils représentent; cependant, M. Coquand incline à voir en eux des individus

jeunes de l'*O. hippopodium :* il en possède des échantillons identiques venant de Vendôme.

Sphœrulites Lefebvrei, Bayle. — *Espèce nouvelle* (fig. 5 et 6, pl. XV) — Les Rudistes que j'ai recueillis sont presque tous fortement usés. La plupart présentent l'arête cardinale des Sphœrulites. Entre autres se trouve un bel exemplaire, qui appartient à une espèce non encore décrite ; le même fossile avait déjà été rapporté d'Égypte en 1837 par M. Lefebvre. Voici sa description, par M. Bayle :

« Valve inférieure conique. Le côté cardinal présente des lames ornées de côtes longitudinales, séparées par des sillons un peu plus larges que les côtes. Le côté branchial montre les deux sinus caractéristiques de toutes les espèces de sphœrulites. Les lames du côté buccal sont très sinueuses ; elles le sont autant du côté anal.

» La valve supérieure est plate, operculiforme.

» Cette espèce est voisine des *S. radiosus*, d'Orbigny, et *S. ponsianus*, d'Archiac. Elle diffère de la première par ses lames moins sinueuses et plus espacées, et de la seconde par ses sinus beaucoup moins larges et moins profonds.

» Je pense qu'elle est turonienne. »

Collections de l'Ecole des Mines.

Hemiaster. — Une grande profusion de petits Hemiaster ferrugineux se montrent en saillie à la surface du calcaire crayeux; ceux que j'ai rapportés sont sans doute trop usés pour être déterminables comme espèce.

Cyphosoma Choisyi, Cotteau. — *Espèce nouvelle* (fig. 7 à 9, pl. XV : fig. 7, vu de côté ; fig. 8, face supérieure ; fig. 9, face inférieure). J'ai recueilli, toujours au même niveau, un Cyphosoma qui constitue un type spécifique nouveau. Je dois à M. Cotteau la description decette espèce, que je le remercie d'avoir bien voulu dédier à mon chef de mission, M. Choisy.

« Espèce de taille moyenne, subcirculaire, légèrement pentago-
» nale, déprimée en dessus, tout à fait plane en dessous. Zones po-
» rifères larges et droites à la face supérieure, un peu onduleuses à
» l'ambitus et dans la région inframarginale, composées de pores
» fortement bigéminés aux approches du sommet et ne paraissant
» pas se multiplier autour du péristome. Aires ambulacraires res-
» serrées à la face supérieure par les zones porifères, garnies de
» tubercules fortement mamelonnés, espacés, au nombre de onze
» par série, accompagnés de granules inégaux et peu nombreux.
» Aires interambulacraires pourvues de quatre rangées de tubercules
» à peu près identiques aux tubercules ambulacraires ; les deux ran-
» gées latérales, très apparentes vers l'ambitus, s'atténuent et ten-

» dent à disparaître en se rapprochant du sommet et du péristome.
» Zone miliaire large, nue et déprimée à la partie supérieure, garnie
» vers l'ambitus de granules inégaux et espacés et de quelques petits
» tubercules secondaires. Péristome peu développé, circulaire, mar-
» qué de petites entailles aigues et relevées sur les bords, s'ouvrant à
» fleur de test. Appareil apical relativement assez grand, pentago-
» nal, anguleux, un peu allongé dans le sens du diamètre antéro-
» postérieur, à en juger par l'empreinte qu'il a laissée. Hauteur,
» 10 millimètres ; diamètre 26 milllimètres.

» Rapports et différences. — Cette espèce nous a paru se distin-
» guer d'une manière positive de tous les *Cyphosoma* que nous con-
» naissons ; elle se rapproche un peu de certaines variétés du *Cypho-*
» *soma regulare*, Agassiz, mais elle en diffère certainement par les
» pores ambulacraires plus fortement bigéminés près du sommet, par
» les tubercules interambulacraires plus espacés et formant quatre
» rangées plus distinctes, par sa face inférieure plus plane, par son
» appareil apical plus étroit et plus allongé. »

Collections de l'Ecole des Mines.

Il n'y a dans l'Atlas qu'un niveau important de Rudistes, lequel se place dans le Turonien. D'autre part, MM. Cotteau, Péron et Gauthier considèrent le genre *Cyphosoma* comme ayant apparu dans la Craie d'Algérie au commencement de l'ère turonienne.

En conséquence, l'abondance des Rudistes, le type du *Sphærulites Lefebvrei* et la présence du *Cyphosoma Choisyi* concordent pour assigner l'âge turonien aux Gour Ouargla.

Plateau d'El Golea. — De même pour le plateau sur lequel reposent les Gour Ouargla, et qui domine la falaise d'El Golea, plateau en calcaire compact, jaune café au lait, parfois grisâtre, poli comme une glace, absolument nu et tout à fait éblouissant au soleil. Il est parsemé de débris du même calcaire, parmi lesquels nous avons rencontré, au nord-est, à l'est et au sud d'El Golea, une très grande quantité d'*Ammonites*, malheureusement frustes et fragmentées, engagées dans la gangue, et fortement usées. Ces Ammonites comportent plusieurs espèces. On peut en distinguer deux principales, l'une renflée, l'autre à bord déroulé. Un des exemplaires se rapproche d'une espèce inédite recueillie au sommet du Milok de Laghouat (collection Péron).

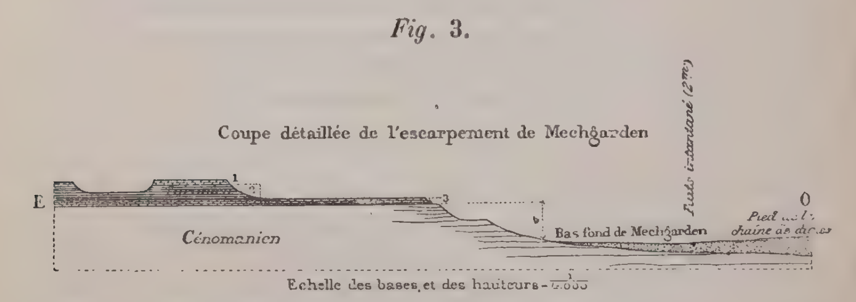
L'analogie entre ce niveau à Ammonites du plateau d'El Golea et celui des environs de Laghouat et du sud de Bou Saada, à la base des calcaires turoniens et au-dessus des marnes cénomaniennes, est évidente. Il est naturel de les assimiler, et d'attribuer au Turonien inférieur, peut-être au Ligérien, les calcaires du plateau d'El Golea.

Ceux-ci se terminent en biseau avant la falaise limite, et ne figurent pas dans la coupe des escarpements d'El Golea. Cependant, un peu au sud de cette oasis, au Chaab el Hadban, ils avancent jusqu'au bord de la crête, et on peut les voir reposer directement sur les calcaires reconnus cénomaniens de la corniche.

Gisement de Mechgarden. — Malgré la faible épaisseur des calcaires turoniens aux environs d'El Golea, les excavations qu'offre le plateau, ne sont généralement pas suffisantes pour pénétrer dans les couches cénomaniennes. Mechgarden, à deux journées au sud-est, fait exception. On y trouve, au milieu même du plateau, une entaille qui se relie à la ligne de relief des gour Zidia et El Fedj.

L'excavation de Mechgarden a 35 mètres de profondeur. La fig. 3 donne la coupe de son flanc oriental, seul visible, l'escarpement opposé étant recouvert par une chaîne de dunes.

Fig. 3.



1. Bancs de calcaire saccharoïde très dur, gris et jaune.
2. Alternances de marnes calcaires verdâtres et de calcaire marneux grisâtre.
3. Bancs de calcaire lithographique jaunâtre et de calcaires crayeux et farineux blancs.

} avec *Ammonites*, *Strombus Caraniferus?* *Ptérocères*, *Volutes*, *Natices*, *Nérinées*, *Sphœrulites*.

4. Alternance de marnes vertes gypseuses et de lits de marnes calcaires blanchâtres. Bancs alternatifs d'huîtres et d'oursins.
   - *O. Rollandi*, très abondante.
   - *Plicatula auressensis.*
   - *Hemiaster pseudofourneli.* } très abondants.
   - *Hemiaster Zitteli.* } très abondants.
   - *Hemiaster Africanus.* } très abondants.
   - *Pseudodiadema.* } très abondants.
5. Sables de dunes, cristaux de gypse sableux à la surface.

La partie supérieure est formée de bancs calcaires avec une intercalation marneuse, ce qui donne lieu à un premier ressaut au-dessus du talus principal. Les calcaires sont remplis de fossiles indéterminables, de débris d'*Ammonites*, de moules de Gastéropodes, *Strombus* (*caraniferus?*), *Ptérocères*, *Volutes*, *Natices*, *Nérinées*, de Bivalves, de fragments de Rudistes, parmi lesquels plusieurs offrent l'arête cardinale des *Sphœrulites* et qui ont tous le faciès turonien.

La partie inférieure est marneuse. Ces marnes offrent plusieurs niveaux très fossilifères; les fossiles occupent presque exclusivement des lits minces et distincts, lits alternatifs d'huîtres et d'oursins. Les types spécifiques sont peu variés, ainsi qu'on va voir.

Ostrea Rollandi, H. Coquand. — *Espèce nouvelle* (fig. 1 à 4, planche XV; fig. 1 complète, valve sup. vue ext.; fig. 2 valve sup. vue int.; fig. 3 et 4, valves inf. vues int.). Toutes les *Ostrea* recueillies à Mechgarden appartiennent à cette même espèce, qui est nouvelle. Elles présentent des accumulations à différents niveaux du talus, dans des couches de marnes calcaires, épaisses de quelques centimètres et passant par place à de véritables lumachelles.

Suit la description, dont je suis redevable à M. Coquand:

« Coquille ostréiforme, d'une taille ordinaire, plutôt petite que » grande, plus longue que large, quelquefois suborbiculaire, très dé» primée, subéquivalve, ayant vécu libre ou en individus agrégés en » famille, et, dans ce dernier cas, perdant de sa régularité ordinaire, » tout en conservant ses caractères spécifiques. Valves ornées de la» melles saillantes, concentriques, régulièrement espacées, légère» ment distantes les unes des autres, correspondant à des périodes » successives d'accroissement.

» Valve inférieure adhérente par le sommet ou par sa surface » entière, moyennement convexe, légèrement débordante par rap» port à l'autre, et terminée par un crochet petit, obliquant un peu à » gauche, creusé dans sa partie centrale par une gouttière trian» gulaire.

» Valve supérieure moins convexe que l'autre et déprimée, surtout » vers le pourtour inférieur qui se montre légèrement relevé, por» tant une impression musculaire presque superficielle, très large, » arrondie, et placée près du bord extérieur gauche, au milieu à peu » près de la hauteur de la coquille.

» Rapports et différences. — *L'O. Rollandi* offre une assez grande » ressemblance avec l'*O. Garumnica*, H. Coquand, qui appartient à » l'étage garumnien; mais elle s'en distingue par sa forme un peu » plus allongée, son sommet plus aigu, et par un plus grand espa» cement des lamelles concentriques d'accroissement. »

Collections de l'Ecole des mines.

Plicatula auressensis, H. Coquand.

Hemiaster pseudofourneli, Péron et Gauthier. — Très abondant; mais souvent écrasé et en débris. Les individus éboulés sur le talus sont usés par le sable.

Hemiaster Zitteli, H. Coquand. — Très abondant; se présente comme le précédent.

Hemiaster africanus ? H. Coquand. — Très abondant ; détermination moins certaine que les précédentes, à cause de la déformation et de l'usure des exemplaires.

Pseudodiadema ?

On trouve à plusieurs niveaux des lits d'Echinides accolés côte à côte.

Ces différentes espèces de fossiles, sauf une, qui est nouvelle, sont connues dans le Cénomanien du sud de l'Algérie.

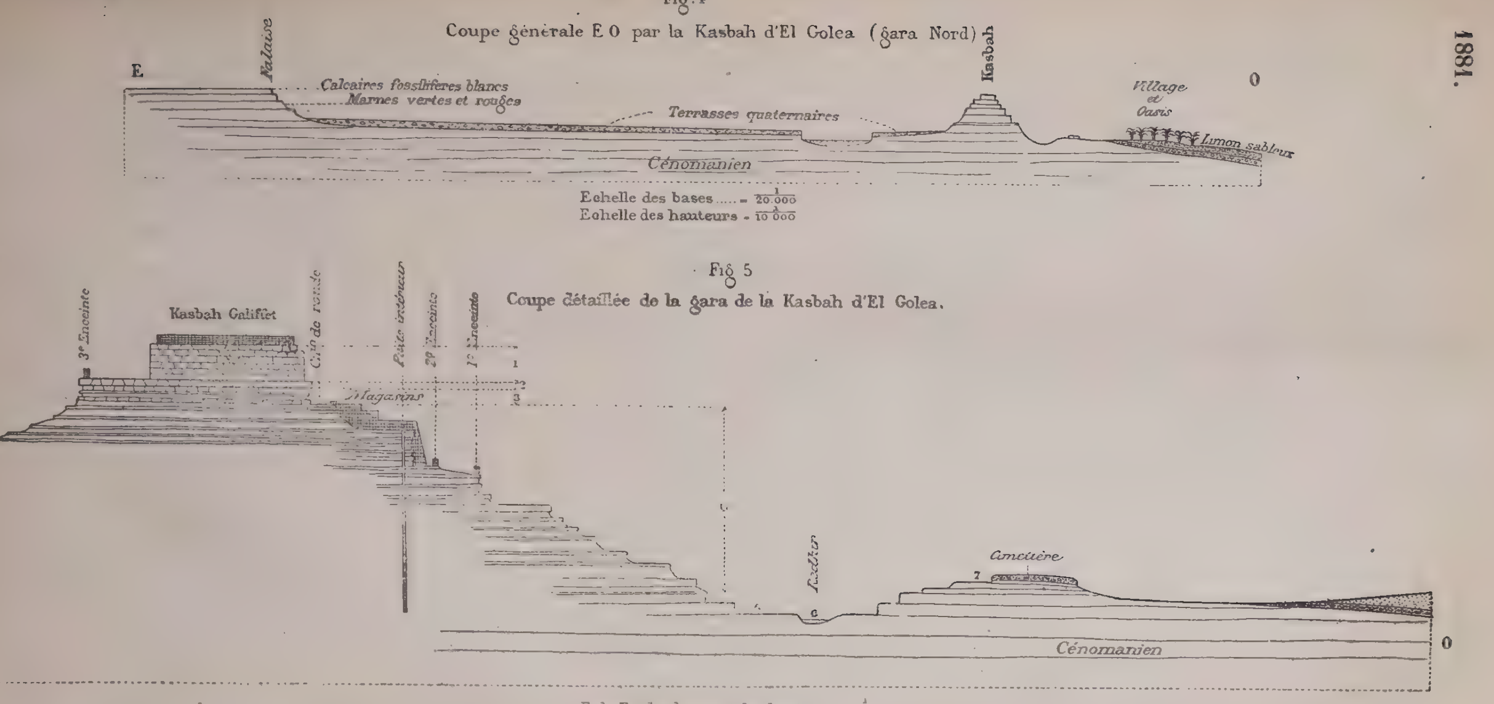
Mechgarden (Talus inférieur)	*Atlas-Hauts-plateaux et région subsaharienne.*
Espèces certaines	
Plicatula auressensis.	est essentiellement cénomanienne.
Hemiaster pseudofourneli.	id.
Hemiaster Zitteli.	se rencontre dans le Cénomanien.
Ostrea Rollandi (espèce nouvelle).	
Espèce probable.	
Hemiaster africanus.	est rare dans le Cénomanien, même supérieur ; a sa principale station dans le turonien inférieur (Ligérien).

En résumé, le gisement de Mechgarden présente, au sommet, les niveaux inférieurs du Turonien, et, à la base, les niveaux supérieurs du Cénomanien.

L'association de l' *H. africanus* avec les espèces cénomaniennes n'est pas certaine ; peut-être habite-t-il seulement le haut du talus marneux, à la base du Turonien. La précipitation avec laquelle j'ai dû étudier ce gisement, ne me permet pas d'affirmer si ce fossile se trouve à un niveau distinct, ou non, des autres Hemiaster.

§ **3. — El Golea.** — La plaine et l'oasis d'El Golea sont situées entre la falaise du plateau inférieur, à l'est, et le grand massif des dunes de l'Erg occidental, à l'ouest. La falaise nord-sud domine la plaine d'environ 80 mètres. En avant d'elle, se dressent des gour isolés ; sur l'un d'eux est construit la Kasbah ; au sud s'en trouve un autre, le gara de Sidi Bou Zid. Tous deux ont même hauteur que la falaise, et leurs plates-formes sont de niveau avec le plateau. La figure 4 donne la coupe générale est-ouest par le piton de la Kasbah ; la partie relative à ce piton est donnée à plus grande échelle par la figure 5.

Les escarpements de la falaise ou des gour offrent la même succession de couches. Ils ont une corniche calcaire de 12 mètres et un



1. Calcaires blancs crayeux et compacts avec fossiles abondants.
2. Gros banc de calcaire saccharoïde brunâtre.
3. Marnes vertes, banc de calcaire jaune fossilifère.
4. Alternance de marnes calcaires vertes et rouges (terre de savon) et de lits de calcaires marneux clairs.
5. Marnes argileuses bariolées rouges et vertes (terre de poterie.)
6. Argile d'alluvion.
7. Poudingue (sables et graviers) quaternaire.
8. Limon sableux, terre végétale.

talus marneux de 60 à 70 mètres. La fig. 6 donne la coupe détaillée de la corniche, prise à l'angle saillant de la falaise, au nord de la Kasbah. Les calcaires sont blancs, compacts et crayeux ; à la base,

Fig. 6.

Coupe type à grande échelle de la corniche calcaire de l'escarpement d'El Golea
(prise à l'escarpement Nord)

Cénomanien

Echelle de : $\frac{1}{500}$

1. Calcaire blanc compact pétri d'*O. Baylei?*
2. Calcaire blanc crayeux pétri de *Janira æquicostata.*
3. Calcaire blanc compact.
4. Calcaire blanc crayeux avec *O. Flabellata* et *O. Baylei* abondantes ? O. *Rollandi, Janira æquicostata, Pholadomya,* radioles de *Cidaris.*
5. Calcaire blanc compact avec *Strombus Mermeti* et *Pteroceras.*
6. Calcaire dolomitique, brunâtre, saccharoïde très dur.
7. Marnes vertes et petits bancs de calcaires blanchâtres.
8. Calcaire jaune serin tufacé fossilifère.
9. Marnes vertes et rouges avec petits bancs de calcaire marneux blanchâtres.

a. Eboulis à 7 m 50. *Strombus Mermeti* et *Pteroceras, Cardium Desvauxi, Rhabdocidaris Pouyannei.*

b. Eboulis sur le talus. *Strombus Mermeti* et *Pteroceras, O. Flabellata, O. Plicifera? O. Baylei? O. Mermeti, O. Rediviva, O. Hippopodium? O. laciniata? Janira æquicostata, Plicatula auressensis, Arca, Cyprina Africana, Venus, Rhabdocidaris Pouyannei.*

un banc de calcaire dolomitique, saccharoïde, très dur, brunâtre, forme un cordon saillant. Le talus comprend une alternance de marnes calcaires, vertes et rouges (terre à savon) et de lits de calcaires marneux clairs ; à la partie inférieure, ce sont des marnes argileuses bariolées, rouges et vertes (terre à poterie). Le pied du talus est recouvert par un poudingue quaternaire, en sables et graviers, constituant un manteau peu épais. Des érosions ultérieures ont raviné ce poudingue, ainsi que les marnes sous-jacentes, et donné lieu à une

terrasse d'une dizaine de mètres, au-dessus des alluvions modernes de la Sebkha et de l'oasis.

Le piton de la Kasbah ressemble à un fort naturel. La corniche calcaire est, presque tout autour, à pic. Le talus marneux, très raide, représente des grands parements verticaux, où l'on remarque la parfaite rectilignité des couches.

La falaise se continue vers le nord, puis vers le nord-nord-ouest, avec quelques échancrures, courtes et encaissées, par lesquelles de petits ravins débouchent dans la plaine. On la suit jusqu'au Kef Ahmed Bou Tata; au delà, les grandes dunes la recouvrent, et on n'aperçoit plus que quelques crêtes rocheuses ou *feidhs*, perçant au travers des sables.

Au sud, la crête dessine un rentrant au Chaab el Hadban, puis reprend la même direction. La hauteur de la falaise diminue graduellement; elle est moitié moindre à 15 kilomètres de la Kasbah. A 25 kilomètres, l'escarpement tourne au sud-ouest; il n'a plus alors que 10 mètres, entièrement calcaires.

Le pied de la falaise est longé par la Sebkha el Melah, bas-fond humide et particulièrement salé. L'eau, une eau excellente, se trouve en abondance à peu de profondeur, comme le prouvent les puits ascendants et les *fouggara* (canaux souterrains de drainage) de l'oasis.

Fossiles. — Tous les fossiles que j'ai recueillis à El Golea, appartiennent au couronnement calcaire, qu'ils aient été pris en place ou parmi les éboulis. Ils proviennent du gara nord, du gara sud, de l'angle saillant de la falaise au nord, etc. ; les bancs se correspondant exactement d'un escarpement à l'autre, j'ai pu réunir toutes les indications sur une seule coupe (fig. 6). Voici l'énumération de ces fossiles :

Strombus Mermeti, H. Coquand. — Abondant à l'état de moule. J'ai vu et recueilli en outre beaucoup de moules de *Strombus*, de *Pteroceras*, etc., indéterminables comme espèce.

Ostrea flabellata, d'Orbigny. — Abondante. Le principal niveau est à mi-hauteur de la corniche calcaire, dans un banc de calcaire crayeux tendre. Les exemplaires d'El Golea représentent exactement, moins la couleur de la roche, les types connus, essentiellement cénomaniens, de l'Atlas.

Ostrea plicifera?, H. Coquand. — Plusieurs *Ostrea* d'El Golea sont identiques dans leurs formes et leurs détails à une variété de l'*O. plicifera* (Coquand, Monographie du genre *Ostrea*, planche XXXVI, fig. 6 à 11). D'autre part, il existe des variétés d'*O. flabellata* très vieilles, qui perdent leurs côtes et deviennent lisses (Coquand, *ibid.*, pl. LII, fig. 3 et 4). Mais il n'y a que les individus vieux et de très

grande taille qui présentent cet état, et ils n'offrent jamais la gibbosité longitudinale de mes exemplaires. En conséquence, il semble que ceux-ci doivent être attribués à l'*O. plicifera.*

Ostrea Baylei? Guéranger. — Abondante. La crête de la corniche calcaire est formée par un banc de calcaire blanc compact, qui est pétri de cette *Ostrea.* Le même fossile se trouve au-dessous du principal niveau à *O. flabellata.*

Mes exemplaires rappellent le jeune âge de l'*O. proboscidea*, d'Archiac, espèce essentiellement santonienne dans les Charentes, à Villedieu, aux Martigues, etc., ainsi qu'en Algérie, d'après M. Coquand. D'autre part, ils sont semblables à une variété d'*O. proboscidea*, qui se trouve au Beausset, où elle est turonienne, étant placée au-dessous du niveau supérieur des calcaires provenciens à Hippurites, dans les sables mornasiens. Enfin, mes exemplaires peuvent aussi être rapportés à l'*O. Baylei*, Guéranger, qui est carentonienne.

La séparation de l'*O. Baylei* et des jeunes individus de l'*O. proboscidea* est délicate à opérer. On ne doit se prononcer sur l'identité de cette dernière que d'après des individus adultes. D'une manière générale, il ne faut point attacher une importance excessive aux *Ostrea* non adultes ; beaucoup commencent par des formes semblables que l'âge modifie.

En somme, l'*Ostrea* considérée peut être confondue avec l'*O. proboscidea* jeune, mais peut tout aussi bien être assimilée à l'*O. Baylei*, et c'est à cette dernière espèce que M. Coquand la rapporte de préférence, à cause de son association avec l'*O. flabellata.*

Ostrea Mermeti, H. Coquand. — J'ai cru devoir signaler cette *Ostrea*, bien que ne l'ayant pas trouvée moi-même. Elle a été recueillie à El Golea, il y a quelques années, par M. l'abbé Pommier, qui, depuis lors, a été assassiné chez les Touaregs.

Ostrea rediviva, H. Coquand.

Ostrea hippopodium? Nilson. — Exemplaire en très mauvais état ; assimilation douteuse.

Ostrea laciniata? H. Coquand. — Même observation ; n'a pas été signalée jusqu'ici dans la Craie d'Algérie.

Ostrea Rollandi, H. Coquand. — Groupe d'individus, au niveau principal de l'*O. flabellata.*

Janira æquicostata, d'Orbigny. — Très abondante. Le principal niveau est au sommet de l'escarpement d'El Golea, le long duquel règne avec une grande régularité un banc puissant et caractéristique de calcaire blanc crayeux, subsaccharoïde, caverneux, complètement pétri de cette *Janira;* il n'est recouvert que par le banc supérieur à *O. Baylei*, qui se trouve tout à fait à la crête, mais qui est peu épais et

manque parfois. La *Janira æquicostata* d'El Golea est identique au type cénomanien du Mans.

Plicatula auressensis, H. Coquand. — Empreinte très nette sur un échantillon calcaire des éboulis.

Cardium Desvauxi, H. Coquand. — Moule.

Cyprina Africana, H. Coquand. — Moule.

Rhabdocidaris Pouyannei, Cotteau. — El Golea est la troisième localité où l'on rencontre cette belle espèce, trouvée d'abord à Moghrar Tahtania, puis à Batna.

— A 15 kilomètres au Sud de la Kasbah, à la crête même de la corniche calcaire de la falaise, se trouve un banc à texture grossière, criblé de Bryozoaires, de baguettes d'Oursins et de Polypiers. Un échantillon de ce calcaire renferme, entre autres fossiles, un *Cerithium*, un petit *Holectypus excisus?* Cotteau, et des radioles de *Cyphosoma*.

Enfin, j'ai recueilli, près du même point, l'*Ostrea plicifera*, dans les éboulis de l'escarpement.

On voit que la faune des escarpements d'El Golea est abondante et variée. Presque toutes les espèces que j'y ai trouvées, sont connues dans l'Atlas et appartiennent aux gisements cénomaniens du sud.

El Golea	*Atlas. — Hauts-plateaux et région subsaharienne.*
Espèces certaines.	
Ostrea flabellata	est essentiellement cénomanienne.
Plicatula auressensis	idem.
Ostrea Mermeti	a sa principale station dans le Cénomanien.
Ostrea rediviva	idem.
Rhabdocidaris Pouyannei	n'est connu que dans le Cénomanien.
Strombus Mermeti	est commun dans le Cénomanien.
Cardium Desvauxi	idem.
Cyprina africana	idem.
Janira æquicostata (Cénomanien du Mans.)	
Ostrea Rollandi (espèce nouvelle).	
Espèces probables.	
Holectypus excisus	est essentiellement Cénomanien.
Ostrea Baylei	se rencontre dans le Cénomanien.
Ostrea plicifera	se rencontre dans le Sénonien.

Parmi les espèces communes, toutes, sauf une, sont cénomaniennes; plusieurs sont considérées comme caractéristiques de cet étage, ou y ayant leur station principale. Une seule, dont la détermination est d'ailleurs douteuse, fait exception.

Ainsi, la falaise d'El Golea est nettement cénomanienne. Elle appartient au Cénomanien supérieur.

§ 4. — **Le plateau supérieur.** — Notre itinéraire d'El Golea à Ouargla franchit successivement les deux falaises de la Craie moyenne et de la Craie supérieure. Celle-ci offre à peu près la même coupe à l'est, près d'Hassi El Melah, qu'au nord-est : un talus marno-gypseux de 50 mètres, une corniche calcaire de 20 à 30 mètres. Le pied de la falaise supérieure, en aval, du plateau inférieur, est occupé par des alluvions formant un cordon d'importance variable; on voit souvent appliquer le nom d'*Oued* à cette zone de bas-fonds, qui peut avoir été une ligne d'érosion et offrir un thalweg longitudinal. Elle a deux kilomètres et demi de large auprès d'Hassi el Melah; elle se poursuit vers le sud, prend un peu plus loin le nom d'Oued el Djoua, puis tourne au sud-ouest en même temps que la ligne d'escarpement, et constitue la Sahaba el Gagnera, plaine de terre blanchâtre. En même temps, la falaise considérée est côtoyée, à l'ouest, par une grande chaîne de dunes, qui repose sur le plateau inférieur : l'intervalle entre la falaise crétacée et la chaîne de sable forme une sorte de couloir, disposition qui explique *Djoua* (fourreau).

La hamada supérieure a été traversée entre El Golea et Ouargla, par trois itinéraires différents, ceux d'aller et de retour de la colonne Galiffet en 1873, et le nôtre, plus au sud. Cette partie du désert est la plus aride, la plus nue, la plus triste, que nous ayons vue. Ici les couches offrent une série d'ondulations, dont les axes sont approximativement dirigées vers le nord-est; le plongement maximum que j'ai observé, ne dépasse pas 6 degrés. Dans son ensemble, le plateau supérieur plonge, de même que le plateau inférieur, et avec des pentes aussi faibles, vers l'E. 30° S., et s'enfonce également sous le manteau d'atterrissement du bassin de l'Oued Rir'. La hamada crétacée se fond insensiblement dans la hamada quaternaire, laquelle possède une pente encore plus faible de 0,1 °/₀ environ, vers l'intérieur du bassin.

Cependant la hamada crétacée est entaillée par une série de vallées parallèles, à peu près perpendiculaires au festonnement général des strates. Ce sont les prolongements des vallées déjà décrites, que notre itinéraire traverse ici en sens inverse : Oued el Rhoua Oued Zirara, Oued Ter'ir, etc. Elles passent, ainsi que je l'ai exposé, de l'étage de la Craie moyenne à l'étage de la Craie supérieure, et reproduisent dans celui-ci les mêmes dispositions que dans celui-là, diminuant graduellement de hauteur et de largeur vers

l'aval, etc. Elles passent ensuite de la Craie supérieure dans le Quaternaire, et se poursuivent vers le sud-est jusqu'à l'Oued Mya, qui vient du sud-ouest.

Nous verrons que le bassin du haut Oued Mya, est formé par le prolongement méridional du plateau supérieur. Cette grande artère entaille la hamada crétacée, puis, à partir de Kechaba, la hamada quaternaire, et se poursuit vers Ouargla, en se maintenant sur le bord occidental du bassin d'alluvion. L'épaisseur du Quaternaire est assez peu importante de ce côté, pour que les érosions postérieures aient remis à nu le calcaire crétacé sous-jacent. Ainsi, sur le flanc gauche de l'Oued Mya, auprès d'Hassi Berkan, nous avons constaté l'existence d'une hamada crétacée de 500 kilomètres de superficie, au milieu et en contrebas de la hamada quaternaire.

Cette vaste plaine est parsemée de petits gour en grès quaternaire, semblables à des billes jetées sur une table. Les calcaires qui le constituent appartiennent à des niveaux déjà assez élevés dans la Craie supérieure. Ils se font remarquer par une grande abondance de nodules de silex, généralement noirs, dont les éclats jonchent le sol et parfois le recouvrent littéralement. La présence de ces silex est un caractère de la Craie supérieure du Sahara, qui donne lieu ainsi à des hamada *noires*, tandis que les hamada de la Craie moyenne sont généralement *blanches*.

Les calcaires à silex sont blancs, compacts, subcrayeux ; ils sont associés à des calcaires lamellaires, blancs, piquetés et veinés de bleu, dont la surface, polie par les sables, est comme vernissée. La coupe générale d'El Golea à l'Oued Mya indique pour les calcaires du plateau supérieur une épaisseur de plus de 100 mètres, dont 40 mètres saccharoïdes, et, au-dessus, 60 mètres compacts avec silex.

Notons que sur les bord de l'Oued Mya, de même qu'à l'est du Mzab, le plongement du Crétacé sous le bassin quaternaire, n'est plus négligeable et devient perceptible à l'œil.

En examinant sur la carte (Planche XIII) les contours du Quaternaire et du Crétacé dans le Sahara algérien, on remarquera que l'atterrissement s'avance plus loin de 80 kilomètres en chiffres ronds, sur le plateau inférieur du Mzab et de Methlili que sur le plateau supérieur du sud. En effet, bien que l'atterrissement n'ait pas été déposé sous des eaux tranquilles, sa limite offre une certaine analogie avec le bord d'une nappe d'eau baignant une plage; et ici, il est évident que les deux plateaux étagés s'avancent l'un plus que l'autre vers l'intérieur du bassin. Nous avons vu que le plateau supérieur est limité à l'ouest par une falaise qui domine le plateau inférieur ; cette ligne de relief, plus ou moins ébréchée, mais très nette dans

son ensemble, ne doit pas se prolonger beaucoup au nord de l'Oued Zahra, mais tourner vers l'est, puis vers le sud-est, et c'est le long de cette ligne transversale que doit se faire le raccord entre les contours de l'atterrissement sur les deux plateaux.

On peut se convaincre que le bas-fond d'Hassi el Hadjar, sur la rive gauche de l'Oued Mya, est situé, non d'une manière quelconque, mais au pied de la falaise crétacée, prolongée et enfouie sous les alluvions. Au nord de cette ligne, l'atterrissement, qui n'a que 20 à 30^{m} au-dessus de la plaine crétacée de Berkan, croît brusquement de puissance : à Ouargla, en ajoutant la hauteur de la falaise quaternaire qui domine la sebkha, à la profondeur des puits creusés dans l'oasis, on obtient 120 mètres pour le Quaternaire, chiffre inférieur à son épaisseur totale.

Il me reste à mentionner dans le nord du Sahara algérien un îlot de terrain crétacé, que M. Tissot, dans une exploration de la région située entre Dzioua et l'Oued Djeddi, qui appartient sans doute à la Craie supérieure, et dont il a bien voulu me communiquer le contour au nord et à l'est. Les silex sont abondants, par exemple du côté d'El Mengoub. Le terrain crétacé de Dzioua ne se relie pas à celui du Mzab, et en est séparé par le prolongement oriental de la région quaternaire des daya.

Résumé. — La coupe générale de la Craie du Sahara algérien comprend, de bas en haut : des marnes avec gypse interstratifié, calcaires et grès subordonnés (plus de 200 mètres); un massif continu de calcaires (100 mètres); de nouveau, des marnes gypseuses (50 mètres), et un massif calcaire avec silex (plus de 100 mètres). D'où deux plateaux calcaires étagés couronnant deux séries d'escarpements marneux.

L'étage inférieur s'est montré très fossilifère dans la région d'El Golea. Il appartient à la Craie moyenne, dont la faune présente une correspondance frappante dans l'Atlas et au sud du Sahara algérien, à 500 kilomètres de distance. Le sous-étage marneux est cénomanien ; le sous-étage calcaire est turonien. L'étage supérieur ne m'a pas offert de fossile caractéristique, mais il peut, ainsi que je vais dire, être suivi jusqu'en Tripolitaine, où il est constitué la Craie supérieure.

Le plateau inférieur règne seul au nord, dans la Chebka du Mzab et de Methlili, et se termine à l'ouest par la grande falaise d'El Loua (altitude de la crête, plus de 700^{m}).

Les deux étages se voient dans le sud ; leurs limites, d'abord ébré-

chées ou masquées par les dunes, donnent lieu dans la région d'El Golea (oasis, 383 mètres) à deux falaises concentriques.

Ces plateaux fournissent un nouvel exemple de ce fait général, mis en lumière par M. Daubrée : que de très faibles déformations suffisent pour produire de nombreuses fissures, failles et cassures diverses. Malgré leur apparente horizontalité, les couches crétacées du Sahara ont subi des ploiements à grandes courbures, et elles sont traversées par un système réticulé de cassures sans rejet ou diaclases, généralement verticales. Grâce à la surface nue et polie des *hamada*, ces diaclases sont visibles sur toute leur longueur. Ce sont elles qui ont guidé et facilité l'érosion des vallées coudées et en zigzag des *Chebka*. C'est à elles qu'est dû l'état fragmentaire et ruiné des corniches calcaires qui couronnent les escarpements crétacés du désert.

SECONDE PARTIE

SAHARA SEPTENTRIONAL

La géologie du Sahara algérien donne la clef de la géologie du Sahara septententrional. Connaissant la Craie du Sahara algérien et ses relations avec le relief, j'ai entrepris de coordonner les découvertes faites çà et là dans le Sahara septentrional par les voyageurs géologues, et d'interpréter les renseignements donnés par d'autres.

L'exposé qui suit va d'El Golea à In Salah, Hassi el Meseguem, Timassinin, Ohanet, jusqu'en Tripolitaine, faisant ainsi le tour de la grande cuvette de l'Oued Rir' et du Chott Melrir ; il se termine par un aperçu vers l'Ouest jusqu'à l'océan Atlantique et vers l'est jusqu'à la mer Rouge.

§ **1. — El Golea. — In Salah. Hassi el Meseggueem.** — Nous avons vu que les deux étages crétacés du Sahara algérien forment à l'Est d'El Golea deux falaises nord-sud de 70 à 80 mètres Elles tournent ensuite vers le sud-ouest, de sorte qu'on les gravit également l'une après l'autre, quand on quitte El Golea pour le sud. Mais la saillie du gradin inférieur diminue progressivement de ce côté. Le gradin supérieur, au contraire, conserve toute son importance et constitue une ligne de relief qui frappe bien davantage le voyageur : elle seule est figurée sur l'itinéraire de M. Soleillet entre el Golea et In Salah (1874).

Le plateau supérieur se poursuit vers le sud ; il prend plus loin le nom de Tademayt ; il se termine vis-à-vis d'In Salah par un escarpe-

ment regardant le sud, appelé Djebel Tidikelt. La hamada est profondément entaillée par le réseau des vallées de tête de l'Oued Mya; l'escarpement limite lui-même est fortement déchiqueté. Cette région est donc accidentée, mais ne ressemble pas à un massif montagneux, tel que le représentent les anciennes cartes; elle est accidentée à la manière des chebka crétacées, et son système orographique est simple.

Telle était mon opinion à la suite de notre pointe au Guern el Chouff et d'après les renseignements indigènes que j'avais recueillis. Je l'ai consignée en quelques mots à mon retour dans une note à l'Académie des Sciences (1).

Cependant M. Pomel, dont l'autorité sur les questions de géologie saharienne est si grande, et dont l'ouvrage sur le Sahara peut être appelé le guide du géologue au désert, pensait que le terrain changeait de nature entre El Golea et In Salah. Des indigènes auxquels il avait montré d'une main le calcaire crétacé blanchâtre des hamada algériennes et de l'autre le grès dévonien noir des plateaux Touareg, avaient désigné le grès noir comme constituant le sol de ce côté.

Il n'en est rien, et la seconde mission Flatters a tranché la question. Son itinéraire traverse la partie orientale du plateau de Tademayt. Dans une lettre qu'il m'adressait d'Hassi el Mesegguem, mon malheureux camarade Roche décrit ce plateau qui est crétacé, ainsi que nous le pensions. Les silex y abondent et, par places, couvrent le sol : c'est là, ai-je dit, un caractère du plateau supérieur. Ce sont ces silex que les indigènes interrogés par M. Pomel, auront confondus, à cause de leur couleur avec le grès dévonien, également noir des Touareg.

Le meilleur document sur l'orographie de la région qui sépare El Golea d'In Salah m'a semblé être la carte par renseignements dressée par M. le capitaine Parisot (1873) (2). C'est cette carte, avec quelques modifications du côté oriental d'après les récents résultats de la deuxième mission Flatters, et vers le sud-ouest d'après certaines indications puisées dans Rholfs (1864), qui m'a servi pour la partie correspondante de la planche XIII.

On voit avec quelle netteté se détachent ici les deux plateaux superposés et leurs falaises limites, lesquelles décrivent deux courbes concentriques et convexes vers l'ouest. Le pied de l'escarpement extérieur est longé par une zone d'alluvion en pente faible vers le

(1) G. Rolland. — *Sur le terrain crétacé du Sahara septentrional* (*Comptes rendus Ac. des Sc.*, 8 juin 1880).

(2) A. V. Parisot. — *Bull. Soc. Géog*, février 1880.

sud : c'est l'Oued Meguiden. L'escarpement intérieur est couronné par le plateau qu'entaillent l'Oued Mya et ses tributaires.

La falaise extérieure est relativement moins haute et moins continue, surtout à partir de son tournant vers l'est. Vis-à-vis des oasis du Tidikelt et d'In Salah, elle offre de larges brèches, mais quelques témoins la jalonnent encore de distance en distance. Le plateau inférieur est alors presque entièrement dénudé ou recouvert par les alluvions ; son emplacement est sillonné du nord au sud par une série de ravinements qui prennent naissance à des sources situées au pied de la falaise intérieure.

La falaise intérieure forme, au contraire, une ligne de relief saillante et continue, le Djebel Samani à l'ouest et le Djebel Tidikelt au sud. Elle présente des échancrures dans le prolongement des oued du plateau supérieur, et c'est par ces cols que passent les chemins de caravane allant d'El Golea et de Ouargla à In Salah et au Tidikelt.

D'après Rohlfs, le point le plus élevé du Djebel Tidikelt vis-à-vis d'In Salah, est le Hank el Meheri, au nord-ouest (il ne serait élevé que de 60 mètres au-dessus de la sebkha). Le voyageur dit explicitement (1) que cette falaise forme une ligne continue qui limite au sud le plateau de Tademayt, se prolonge ensuite vers le nord-est en augmentant beaucoup de hauteur, et prend à une certaine distance d'In Salah le nom de Djebel Tademayt.

L'itinéraire de Rohlfs entre In Salah et Ghadamès suit le pied méridional de l'escarpement. Il traverse une série d'oued en pente vers le sud et allant à l'Oued Massin. A mi-chemin, il est question d'une hamada en calcaire poli. Plus loin, on a sur sa route une série de petits monticules dirigés vers le nord-est (ce seraient des témoins de Craie moyenne, jalonnant le bord du plateau inférieur, plus ou moins dénudé). L'amorce de cette ligne de monticules est indiquée sur la carte de la seconde mission Flatters.

Voulant explorer une région nouvelle, le colonel Flatters suivit d'abord une direction intermédiaire entre les itinéraires de sa première mission d'Ouargla à El Biodh et l'itinéraire de notre mission de Ouargla à El Golea. Il remonta vers le sud-ouest l'Oued Mya jusqu'à Hassi Inifel : M. Roche vérifia que le contact du Quaternaire et du Crétacé se trouvait bien à Kechaba, où je l'avais fait passer. A partir d'Hassi Inifel, la mission suivit un important affluent de l'oued Mya, l'Oued Insokki, qui vient du sud, et le remonta jusqu'à Hassi Insokki. Plus haut, l'Oued Insokki vient du sud-ouest ; il se poursuit, toujours entaillé dans le plateau supérieur, jusqu'à la fa-

(1) G. Rohlfs. — *Von Maroc zum Tripoli, bei In Calah und Ghadamès.* — 1864.

laise limite, franchit le Djebel Tidikelt par une brèche, et, tournant vers l'ouest se confond avec le cordon alluvionnaire qui généralement longe le pied de la falaise supérieure. D'Hassi Insokki, le colonel se rabattit vers le sud-est, traversant la partie orientale du plateau de Tademayt, jusqu'à Hassi el Meseggucm. — Le plateau, fortement raviné, se termine par une falaise devant la plaine de ce nom. La hamada est calcaire, avec silex noirs. Les escarpements sont marneux.

Ainsi le terrain crétacé forme un grand promontoire qui, à partir de la ligne El Golea-Hassi el Meseggucm, s'avance vers le S. 30° O. jusqu'à In Salah. Ce promontoire n'est autre que le bassin du haut Oued Mya, lequel est dessiné par une grande ondulation des couches crétacées, ondulation concave dont l'axe est incliné vers E. 60° N. environ. La direction des couches, lesquelles au sud d'El Golea, plongent au sud-est, tournent graduellement de plus de 90°, de manière que dans la partie orientale du Tademayt, le plongement a lieu au nord-nord-est.

§ 2. — Hassi el Mesegguem. — Timassinin. — Ohanet. — La plaine quaternaire de Mesegguem est comprise entre l'escarpement limite du plateau de Tademayt, haut de 40 à 50 mètres, au nord et au nord-ouest, et l'escarpement limite du plateau de Tinghert, haut de 60 mètres environ, à l'est et au sud-est. Ces deux escarpements se font face et se correspondent.

La partie occidentale du plateau de Tinghert, traversée par la suite du deuxième itinéraire Flatters, est légèrement ravinée par l'Oued Hadjadj et ses affluents. Ce sont toujours les mêmes calcaires avec silex qui forment le plateau supérieur; des gour superposés indiquent peut-être ici des niveaux un peu plus élevés. Les calcaires recouvrent comme d'habitude les marnes gypseuses, qui apparaissent sur les flancs des falaises et des oued. Une première falaise limite le haut plateau, et à ses pieds s'étend le bas plateau, lequel se termine également par une seconde falaise de 35 à 40 mètres dominant la plaine alluvionnaire de l'Oued Iraouen. Le bas plateau est en calcaire dolomitique blanc ou gris ; il est surmonté de quelques gour ; on rencontre des Ammonites à sa surface : il est semblable au plateau turonien des gour Ouargla. La seconde falaise est marno-gypseuse et offre des fossiles, parmi lesquels M. Roche a cru reconnaître l'*Heterodiadema Libycum :* elle est cénomanienne et se trouve au même niveau géologique que la falaise d'El Golea.

On voit que le plateau de Tinghert, entre Hassi el Mesegguem et Timassinin dessine un promontoire crétacé vers le sud, limité au

sud-ouest par la plaine quaternaire de l'Oued Massin, en pente vers l'Oued Touat à l'ouest, et au sud-est par la plaine de l'Oued Irarouen en pente vers l'Oued Igharghar au nord-est. Ce promontoire est formé par une ondulation concave des couches crétacées, avec thalweg vers le nord-est. La direction des couches, qui dans la partie occidentale du plateau plongent vers l'est, tourne graduellement de près de 90 degrés, de manière que près d'El Biodh, le pendage a lieu vers le nord. Le plateau supérieur est découpé par l'Oued ben Abbou, l'Oued el Hadjadj, et leurs affluents. Le pied de la falaise supérieure est longé par les alluvions le Oued Malah.

C'est la reproduction, à une échelle plus petite et avec une moindre régularité, du promontoire de l'Oued Mya. Entre ces deux promontoires, la dénudation a pénétré davantage et donné lieu à un golfe quaternaire, de part et d'autre duquel n'apparaît plus que la falaise supérieure. Même disposition plus loin vers l'est. Le confluent de l'Oued Iraouen et de l'Oued Igharghar correspond à un autre rentrant de la bordure crétacée. L'itinéraire de retour de la première mission Flatters, par l'Oued Igharghar, n'a rencontré qu'une falaise, celle de l'étage supérieur. Mais l'itinéraire d'aller avait descendu, d'El Biodh vers Timassinin, les deux gradins déjà plusieurs fois signalés.

M. Roche a décrit (1) les deux hamada, de 40 à 50 kilomètres chacune, suivies de deux escarpements, le premier de 80 mètres, dont 10 mètres calcaires au-dessus de marnes un peu gypseuses, le second de 100 mètres, composé d'une corniche calcaire de 20 mètres, surmontant des marnes avec couches de gypse cristallisé. Il a trouvé, dans les calcaires qui couronnent l'escarpement inférieur, l'*O. flabellata* (abondante), l'*O. columba*, l'*O. Coquandi*, l'*O. Baylei*, l'*Hemiaster Batnensis*, l'*Heterodiadema libycum* et la *Janira æquicostata :* cet escarpement est donc cénomanien, et correspond complètement à la falaise d'El Golea. L'escarpement supérieur n'a présenté aucun fossile, et M. Roche l'avait attribué au Turonien; pour ma part, je crois plutôt que le Turonien est représenté, ici de même qu'à l'est d'El Golea, par une série de bancs calcaires affleurant sur le plateau intermédiaire sans donner lieu à aucun relief. Quant à la falaise supérieure, elle doit être sénonienne.

D'ailleurs, parmi les fossiles que Bou Derba a recueillis, en 1859, auprès de Timassinin même, se trouvent l'*O. vesicularis*, l'*O. Matheroni* et le *Micraster Leskei* ; ces fossiles indiquent la Craie supérieure et même le haut de cet étage. Ils proviennent sans doute de la falaise ou du plateau supérieurs.

(1) J. Roche, *Comptes rendus*, 20 novembre 1880.

Avant de quitter cette région, j'y signalerai l'allure de l'Oued Igharghar, conforme du reste à ce que nous avons vu précédemment. Cet oued, qui vient du sud, va droit à la falaise transversale, que l'étage supérieur forme au fond du rentrant. Puis il tourne à angle droit et longe le pied de la falaise vers l'est; ici il entaille le plateau inférieur, de sorte qu'il est encaissé entre deux berges inégales. Puis, il tourne de nouveau à angle droit vers le nord, et passe par une brèche de la haute berge de gauche; il continue ensuite vers le nord, la hauteur de ses berges diminuant graduellement jusqu'à devenir nulle. Il passe alors sur le plateau et se poursuit vers Touggourt avec un thalweg presque insensible à l'œil.

De Timassinin à Ohanet, sur deux degrés environ de longitude, la carte de M. Duveyrier indique nettement deux lignes de relief; elles sont rapprochées, mais distinctes. Elles forment ensuite un rentrant vers le nord, ou plutôt deux rentrants l'un dans l'autre. Au pied de la falaise supérieure se trouve la dépression de Tahala, entourée de hautes berges à pic, par laquelle est passé le voyageur (1) venant de Ghadamès (1860). La dépression d'Ohanet est au pied de la falaise inférieure. De Tahala à Ohanet, M. Duveyrier a suivi le plateau inférieur, qui plonge vers le nord, et le ravin d'Ahedjren, qui le découpe et s'écoule vers le sud. Chemin faisant, il a ramassé, parmi les pierres parsemées à la surface, de nombreux fragments d'Ammonites en calcaire blanc jaunâtre, compact, légèrement saccharoïde : ce doit être le niveau des Ammonites turoniennes de Laghouat, d'El Golea, etc. Puis, sur le flanc des hauteurs qui bordent la route à l'est, il a recueilli, dans un calcaire blanc et subcrayeux, plusieurs échantillons d'une *Ostrea*, qui a été rapportée à l'*O. columba*, mais que M. Péron suppose être plutôt l'*O. Mermeti*, laquelle se trouve à El Golea au même niveau.

Il semble qu'à partir de Ohanet les deux escarpements se rejoignent, et que les deux plateaux dès lors entièrement superposés, ne ne soient plus limités que par une seule grande falaise, double pour ainsi dire, au pied de laquelle la Craie moyenne ne tracerait plus qu'un liséré. Cette grande falaise se poursuit vers l'est, et nous la retrouverons formant le rebord méridional de la Hamada el Homra.

Au sud de la lisière méridionale du Crétacé, s'étend dans cette région une zone de dénudation est-ouest, en grande partie recouverte par le groupe des dunes d'Edeyen. Entre la falaise au nord et les dunes au sud, se trouve une dépression allongée, un fourreau, qui, d'Ohanet à Timassinin, s'appelle Oued el Djoua : même disposition et même nom qu'au sud-est d'El Golea.

(1) H. Duveyrier. *Les Touaregs du Nord.*

Je mentionnerai encore un lambeau crétacé, constaté par M. Duveyrier, plus au sud, à Serdelès, près de Ghat.

§ 3. — **La Tripolitaine.** — Si l'on reprend l'itinéraire de M. Duveyrier à la dépression de Talala, et qu'on le suive à rebours vers Ghadamès au nord-est, on traverse un plateau plongeant dans le même sens, assez raviné, supportant çà et là des gour.

Ghadamès (350 ^{m}), ses environs et la région intermédiaire entre Ghadamès et Tripoli ont été explorés en 1863 par Vatonne (1). Toute cette région est constituée « par le terrain de la Craie blanche, caractérisé par l'*O. Overwegi* et l'*Inoceramus impressus.* »

M.Coquand a eu en sa possession les fossiles recueillis par Vatonne, sur lesquels il a bien voulu me communiquer les renseignements suivants : « J'ai pu constater, dit-il, outre un certain nombre d'espèces rothomagiennes, la présence dans cette région de l'*Heterodiadema libycum*, échinoderme essentiellement carentonien, de l'*O. Boucheroni*, espèce santonienne, des *Ostrea vesicularis*, *larva*, *ostracina*, déjà signalées en 1852, par de Buch dans le Sahara tripolitain (expédition d'Overweg), indiquées à nouveau dans ma Monographie du genre *Ostrea*, 1869, espèces dévoilant dans cette partie du Sahara l'existence de la Craie supérieure (étage campanien), et enfin de l'*Ostrea Overwegi*, de Buch (non Coquand), recueillie pour la première fois par Overweg, rapportée plus tard de Ghadamès par Vatonne, par moi de l'Aurès et tout récemment du désert libyque par M. Zittel : or, l'*O. Overwegi* est logée dans la partie la plus élevée de la Craie, qui correspond à mon étage dordonien, et se retrouve à Saint-Mametz (Dordogne). »

Je ne sais où Vatonne a recueilli l'*Heterodiadema libycum*, et d'après ce qui suit, je suppose que c'est en quittant Tripoli, à la montée du Djebel Jefran, à la base duquel se trouve, en effet, un liséré de Craie moyenne. Mais, d'après les découvertes de Vatonne lui-même, le plateau, entre Tripoli et Ghadamès, semble appartenir aux niveaux élevés de la Craie supérieure. Aux environs de Ghadamès, il est formé par des couches de calcaires dolomitiques blanchâtres, pétris d'Inocérames, avec intercalation de bancs de gypse; il est parsemé de gour superposés, couronnés par des plates-formes noires, en dolomies quartzeuses et quartzites, quelquefois avec noyaux de silex noirs et géodes de calcite, où l'on trouve également de nombreux Inocérames : ces Inocérames se rapportent surtout à l'*I. Cripsi.*

La même nature de terrain a été constatée par Vatonne au nord-est

(1) F. Vatonne. Mission de Ghadamès.

vers Tripoli, et au nord-ouest vers El Oued. De ce côté, les grandes dunes de l'Erg oriental reposent directement sur le Crétacé, que les sables laissent voir çà et là jusqu'auprès de Berresof. Le puits de ce nom est creusé dans le Quaternaire, mais, à peu de distance à l'est, le Crétacé apparaît. Celui-ci semble former, sur une grande partie du trajet de Ghadamès à Berresof, et de Ghadamès à Ouargla, des pointements au travers de l'atterrissement quaternaire.

De même, d'après M. Pomel (1), « on peut dire d'une façon générale, que dans tout le sud de la Tunisie, au sud du parallèle de Sfax, tous les reliefs sont des îlots plus ou moins vastes de cette formation », — la Craie à Inocérames et les niveaux voisins, — « dans une mer de terrain quaternaire diluvien. »

La même formation géologique est développée dans la Tripolitaine sur plus de 2.000 myriamètres carrés.

Les reliefs du sud de la province de l'Arad (Gabès) se rattachent directement au Djebel Douirat, puis au Djebel Nefousa, grandes lignes de falaises, hérissées de pitons et fortement ravinées, limitant le vaste plateau qui s'incline au sud-ouest vers le Souf et Ghadamès, dominant le littoral et dessinant un arc de cercle, concave vers le nord-est, de Gabès à Tripoli. Au sud même de Tripoli, le Djebel Nefousa se termine par le Djebel Gharian, grand promontoire abrupt et dentelé, à la pointe septentrionale duquel se dresse le mont volcanique du Tekout. Vers l'ouest et côte à côte avec le Djebel Gharian, se trouve le Djebel Jefran successivement visité par Overweg et Vatonne; entre autres fossiles, Overweg (2) y a recueilli, dans un calcaire, au-dessus des marnes et gypses inférieurs, la *Trigonia sinuata*, qui dénote le Cénomanien ; il y a trouvé, de plus, des Rudistes qui semblent indiquer le Turonien. La Craie moyenne se trouve donc sur le flanc de cette grande falaise, la partie supérieure et le plateau appartenant à la Craie supérieure.

Quand on examine les cartes des itinéraires de Rohlfs (1865) (3) et de Nachtigal (1869) (4), auxquelles est empruntée toute la partie orientale de la planche XIII, on reconnaît qu'à partir du Djebel Gharian, la grande falaise se dédouble : sa tranche supérieure tourne au sud, tandis que sa tranche inférieure continue vers le nord-est. La première limite à l'est le haut plateau dont je viens de parler,

(1) A. Pomel. *Association française pour l'avancement des sciences* 1877.

(2) Beyrich. — *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* 1852.

(3) G. Rohlfs. — Quer durch Afrika. Reise von Mittel meer nach dem Tschad see und zu Golf von Guinea.

(4) G. Nachtigal. — Sahara und Sudan. — Ergebnisse sechs jahriger reisen in Afrika.

mais elle domine elle-même un plateau intermédiaire. La seconde limite ce plateau intermédiaire, au nord-ouest, depuis le Djebel Gharian jusqu'à la mer près de Lebda, et domine la plaine du littoral de Tripoli, qu'elle achève de fermer. Cette seconde falaise s'appelle le Djebel Tarhona; elle est calcaire et marneuse. Overweg y a recueilli l'*O. conica*, cénomanienne. Ainsi la Craie supérieure forme le haut plateau; la Craie moyenne forme le bas plateau, ou, quand les deux plateaux se superposent, trace un liséré au bas de la falaise commune : c'est toujours la même disposition.

La falaise supérieure se poursuit vers le sud sur quatre degrés de latitude au travers de la Tripolitaine, dont elle forme la principale ligne de relief. L'altitude du haut plateau près de cette crête saillante décroît, du nord au sud, de 913^{m} à 591^{m}. La crête est fort dentelée, et l'escarpement déchiqueté par un réseau de ravins, dirigés vers l'est, lesquels se groupent et forment une série de vallées entaillant le bas plateau.

En quittant Tripoli (1850), Barth, Richardson et Overweg ont suivi ce rebord sinueux sur 2 degrés environ en latitude. Les flancs des escarpements et des gour offrent des alternatives de calcaires et de marnes, des gypses, des argiles, rarement des grès. Des fossiles y ont été recueillis au sud de Misda : ils indiquent les niveaux supérieurs de la Craie. Dans l'Oued Tagiascha, Overweg a recueilli, à mi-hauteur des berges de la vallée, l'*Inoceramus impressus*, l'*Inoceramus Cripsi ?;* dans l'Oued Semsem, il a découvert, en compagnie de l'*O. larva*, une *Ostrea* nouvelle, qui couvrait le sol : c'est l'*O. Overwegi*.

Arrivés auprès de Ghabia el Gharbia, les voyageurs sont montés sur le haut plateau qui s'avance davantage vers l'est : là commence la Hamada el Homra proprement dite, limitée au nord par une ligne de relief est-ouest, qui marque la démarcation de la région septentrionale, inégale et accidentée, du haut plateau, et de la région méridionale absolument plate et unie, sauf quelques lignes de gour superposés. L'itinéraire de Barth traverse de part en part la Hamada el Homra dans sa partie orientale. Le sol est calcaire, poli, blanc ou rougeâtre, avec silex jaunâtres ; toute cette région est renommée, même au désert, pour son aridité.

M. Busetil, qui a également parcouru la Hamada el Homra, y a trouvé l'*Ostrea larva*, une *Ostrea* nouvelle du groupe de l'*O. frons*, des baguettes d'oursins, qui devaient être énormes, et enfin des coquilles univalves indéterminables. C'est toujours la Craie supérieure. Overweg dit explicitement qu'il n'a pas vu de terrain nummulitique dans ces parages.

La Hamada el Homra se termine au sud par une falaise qui décrit un grand arc concave vers le sud, dirigé de l'est à l'ouest, et se raccordant à l'ouest avec la falaise d'Ohanet. De même que du côté de Timassinin, le rebord méridional du Crétacé domine une zone de dénudation et fait face à de grandes dunes, qui appartiennent encore au groupe d'Edeyen. Ici le couloir interposé entre la falaise au nord et les dunes au sud, s'appelle Oued Haeran; Overweg l'a traversé au puits d'El Hassi. En descendant le rebord méridional de la hamada, il a constaté à la base la présence de grès dévoniens, avec *Spirifer Bouchardi*, *Terebratula Daleidensis*, *Terebratula longinqua*, sur lesquels repose directement le Crétacé.

Cependant la falaise qui limite le haut plateau à l'est, se continue vers le sud, limitant également la Hamada el Homra. L'itinéraire de Rohlfs (1865) suit ce prolongement, qui devient moins net, surtout aux abords du massif volcanique de la Soda.

Le plateau inférieur, lequel se termine au nord par le Djebel Tarhouna, et semble s'étendre presque jusqu'à la mer à l'est de Lebda, appartient sans doute à la Craie moyenne; son sol est calcaire, d'après M. Duveyrier, qui l'a traversé en revenant de Mourzouk. La plaine est barrée transversalement vers le sud par une chaîne montagneuse, qui s'élève brusquement et s'allonge de l'ouest à l'est : c'est un massif volcanique, se divisant en deux groupes qui se font suite, le Djebel es Soda à l'ouest, dont l'extrémité occidentale est à peu près sur le méridien de Tripoli, le Haroudj el Assoued à l'est, lequel est continué vers l'est par d'autres chaînes semblables. Il résulte de la description de M. Duveyrier que cette chaîne volcanique se trouve isolée au milieu d'une plaine calcaire, et que son éruption n'a guère modifié l'horizontalité des couches.

Au sud, les faits sont de moins en moins nets. Le plateau crétacé paraît former une bande assez étroite, dont les cartes esquissent le rebord méridional; celui-ci se relierait à l'ouest à la falaise de l'Oued Haeran, et à l'est constituerait la ligne de relief appelée Haroudj el Abiod (*el Abiod*, le blanc) : cette désignation s'applique bien au bord d'un plateau calcaire, et fait opposition au nom d'Haroudj el Assouet (*el Assouet*, le noir) donné au massif volcanique situé non loin au nord.

Les deux Haroudj ont été visités au siècle dernier par Hornemann. « Dans les roches blanches et calcaires de cette contrée, dit-il, on trouve des squelettes entiers de gros animaux marins pétrifiés, des têtes de poisson qu'un homme pourrait à peine porter, des coquillages, des conques variées et en grand nombre. »

§ 4. — **La cuvette de Melrir.** — Nous avons étudié le terrain crétacé du Sahara septentrional du 35e degré de latitude au 27e, du 1er degré de longitude ouest au 13e degré est. Après avoir examiné la lisière méridionale de l'Atlas, nous avons passé successivement en revue les plateaux du Mzab et d'El Golea, de Tademayt, de Tinghert, de la Hamada el Homra, du Djebel Nefousa. Nous avons suivi ainsi la ceinture crétacée qui entoure le bassin quaternaire du Chott Melrir, et embrassé une surface aussi grande que la France entière. Sur toute cette étendue, nous avons vu que les mêmes étages avaient des compositions minéralogiques sensiblement constantes, et que les relations des étages géologiques avec les étages orographiques étaient aussi simples que dans le Sahara algérien.

De l'exposé qui précède, il résulte évidemment que le terrain crétacé forme au sud des provinces de Constantine et de Tunisie une grande cuvette, laquelle a donné lieu à un bassin fermé dont les principaux thalwegs sont l'Oued Mya, l'Oued Igharghar, la série des bas-fonds de Ouargla et de l'Oued Rir', et dont le Chott Melrir occupe le point le plus bas. Nous pouvons maintenant envisager l'ensemble de cette cuvette.

Son bord extérieur a été tracé avec une grande netteté par la nature. En gros, il dessine un vaste quadrilatère.

A l'ouest, une ligne nord-sud de 7 degrés en latitude, à partir de laquelle les couches plongent à l'est, va des environs de Laghouat (altitude d'environ 800^m) en s'abaissant vers El Golea (altitude d'environ 450^m à la crête), et se poursuit jusqu'à In Salah (altitude probable du point culminant du Djebel Tidikelt, 400^m).

Au sud, une ligne ouest-est, de 13 degrés en longitude, à partir de laquelle les couches plongent au nord, va en festonnant, mais sans guère varier de niveau, d'In Salah à Timassinin, et au delà, s'élevant légèrement vers l'extrémité occidentale du Djebel es Soda (altitude du point culminant de la Hamada el Homra, près de 600^m).

A l'est, une ligne sud-nord, de 4 degrés en longitude, à partir de laquelle les couches sont d'abord horizontales, puis plongent à l'est, s'élève doucement vers Tripoli (altitude maxima, environ 900^m).

Au nord, le bord de la cuvette est plus complexe. Au nord-est, une ligne à partir de laquelle les couches plongent au sud-ouest, va s'abaissant, de Tripoli à Gabès, où le bord ébréché se trouve presque au niveau de la mer. Puis, c'est de l'est à l'ouest la lisière méridionale de l'Atlas, qui va, s'élevant vers le nord-ouest, de Gabès à Biskra (123^m), puis vers le sud-ouest, de Biskra à Laghouat (795^m), lisière abrupte, le long de laquelle les couches, dirigées du sud-ouest au nord-est, suivant la direction qui préside systématiquement aux

plissements de l'Atlas, plongent sous des angles très forts, dans le Sahara, de manière à fermer la cuvette.

Cette cuvette se dédouble, et comprend en réalité deux cuvettes emboîtées l'une dans l'autre et formées respectivement par la Craie moyenne et la Craie supérieure.

Les deux épaisseurs se recouvrent généralement. Cependant, au sud et à l'ouest, la cuvette inférieure s'avance autour de la cuvette supérieure, et l'entoure d'une zone annulaire : les tranches des deux cuvettes dessinent alors en plan deux contours concentriques, et donnent lieu en relief à deux falaises étagées, double rempart naturel qu'il faut franchir pour pénétrer dans le bassin ; une dépression étroite, occupée par un cordon d'alluvions, longe le pied de la falaise intérieure. De vastes plaines quaternaires s'étalent tout autour de la falaise extérieure.

Çà et là, quelques brèches ouvrent le bassin. A l'ouest, l'Oued Ter'ir et autres vallées de la chebka du sud d'El Hassi, mettent en communication l'Oued Ze'rgoun et les autres vallées qui descendent suivant la même direction du pied de l'Atlas oranais, avec l'Oued Mya et l'Oued Rir'. Au sud, une trouée relie, près de Timassinin, le haut Igharghar qui descend du Ahaggar, et le bas Igharghar, en pente vers Touggourt et l'Oued Rir'. A l'est, le Chott Djerid occupe l'ouverture d'une boutonnière crétacée, et le seuil de Gabès lui-même est quaternaire.

Au nord du Sahara algérien, l'étage supérieur a disparu, et le plateau du Mzab et de Methlili est formé par l'étage inférieur. On est ici sur le versant oriental d'un bombement, dont le versant occidental se poursuit sous les atterrissements vers l'ouest, de manière à se relier souterrainement aux derniers contreforts de l'Atlas orano-marocain.

§ **5. — A l'ouest vers l'océan Atlantique et à l'est vers la mer Rouge.** — De part et d'autre de la cuvette du Melrir, le terrain crétacé se prolonge au loin à travers le Sahara septentrional ; mais les renseignements ne sont généralement plus suffisants pour être traduits en carte géologique.

A l'ouest, le Sahara orano-marocain est une des régions les plus inhospitalières du désert, une des moins connues.

A l'ouest de Figuig, la Craie a été constatée dans l'Atlas à Aïn Chaïr. Elle n'est pas limitée au pied méridional de la montagne, et sa présence a été démontrée dans le Sahara, sur les bords de l'Oued Guir : à Kheneg ben Nouna, lieu situé à une journée au sud de Djorf et Torba, le docteur de la colonne de Wimpfen (1870) a trouvé sur le flanc même de la vallée du Guir, le Cénomanien, caractérisé par le

Rhabdocidaris Pouyannei, reposant directement sur le Dévonien avec *Rhodocrinus verus*.

Peut-être est-ce la Craie qui constitue les hamada de cette région (planche XIII). M. Pomel (1) est porté à croire qu'elle se poursuit vers l'ouest jusqu'au bassin du Drah, et même jusqu'à l'océan Atlantique; il suppose que ce terrain « entre dans la constitution du pays accidenté, qui porte également le nom si caractéristique de Chebka, entre cet Oued Drah et l'Oued Noun. »

Le voyage de M. O. Lenz, du Maroc au Sénégal par Timbouktou (1879-1880) fixera sans doute sur la géologie de l'Atlas et du Sahara à l'extrémité occidentale du Maroc. Des quelques renseignements communiqués récemment par cet explorateur à la Société de Géographie de Paris, il résulte que l'Atlas, entre Imityanout et Emnislah comprendrait des calcaires tertiaires, des grès triasiques, des schistes argileux avec minerais de fer ; que la ramification montagneuse, au sud de Taroudant appartient principalement aux terrains paléozoïques ; qu'au delà règnent des hamada, et que la hamada de Tendouf, entre l'Oued Drah et les grandes dunes d'Iguidi, est dévonienne.

A l'est de la cuvette du Melrir, on sait, à n'en pouvoir douter, que le Crétacé se prolonge au travers de la Tripolitaine orientale et du désert de Libye.

La partie orientale du désert libyque, près du Nil, et le désert arabique, entre le Nil et la mer Rouge, ont été explorés récemment par M. Zittel (2), dont les travaux projettent le plus grand jour sur l'extension en Egypte de la Craie moyenne et de la Craie supérieure d'Algérie.

Les mêmes formations se poursuivent, ainsi que l'a montré M. L. Lartet (3) en Arabie Pétrée, en Palestine et en Syrie.

Les étages moyen et supérieur de la Craie se retrouvent donc tout le long de la Méditerranée. Le faciès propre et uniforme de leurs faunes prouve bien qu'on est en présence d'un ensemble de sédiments déposés dans un bassin distinct. C'est ce faciès que MM. Cotteau, Péron et Gauthier ont appelé *méditerraneen*.

(1) A. Pomel. — *Le Sahara*, 1872.
(2) K. Zittel. — *Académie des Sciences de Munich*, 20 mars 1880.
(3) L. Lartet. — Exploration géologique de la mer Morte, de la Palestine et de l'Idumée.

Au sujet de l'étude de M. **A. Jeanjean** *sur l'***Oxfordien supérieur,** *le* **Corallien** *et le* **Néocomien inférieur** *dans les* **Cévennes,**

par M. L. **de Sarran d'Allard** (1).

Après avoir lu, à la Séance du 30 août 1879, devant l'Association française pour l'avancement des sciences, réunie en congrès à Montpellier (2), son Mémoire sur le Jurassique supérieur et le Néocomien inférieur des Cévennes, M. Adrien Jeanjean, membre honoraire de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nîmes, invitait les géologues méridionaux à se rendre à Saint-Hippolyte-du-Fort, où il offrait de les conduire à travers les grands massifs calcaires dont la stratigraphie a donné lieu à tant de controverses.

Cet appel a été entendu, et le 24 avril 1880, plusieurs professeurs et étudiants de la faculté de Montpellier, conduits par leur sympathique doyen, M. P. de Rouville, se joignaient chez M. A. Jeanjean, à quelques membres de la Société de Nîmes, dans le but d'étudier le bois de Mounier.

Mais, avant de donner le résultat de cette course géologique, je crois bon de résumer les recherches antérieures de notre directeur d'excursion.

RÉSUMÉ DU MÉMOIRE DE M. JEANJEAN

Zone de l'Ammonites polyplocus. — Rappelant la classification par E. Dumas, de l'Oxfordien en quatre sous-groupes, M. Jeanjean fait, tout d'abord, observer que :

Le 1er sous-groupe — *Marnes grises.* — correspond au Callovien;

Le 2e sous-groupe — *Calcaires marneux* — est le niveau inférieur de l'Oxfordien et correspond, à la fois, à la zone de l'*Amm. cordatus* et à celle de l'*Am. transversarius*, d'Oppel;

Le 3e sous-groupe — *Calcaires compacts*, — doit être subdivisé en deux horizons bien distincts, celui de l'*Amm. bimammatus* ou des calcaires bleus avec schistes bitumineux subordonnés, et celui de l'*Amm. polyplocus* ou des calcaires grisâtres, plus ou moins épais, riches en fossiles à Banéle, près Saint-Hippolyte ; à Coutach, près Sauve; à Thaurac, près Ganges ; à Vissec, Blandas et Montdardier.

Les fossiles les plus caratéristiques, sont :

Ammonites polyplocus.	*Ammonites unicomptus.*
— *compsus.*	— *plicatilis.*
— *acanthicus.*	— *tenuilobatus* (très rare).

(1) Note présentée le 21 avril 1881, parvenue en retard au Secrétariat.

(2) Association française pour l'avancement des sciences, 1879.

Ammonites oculatus.	*Aptychus latus.*
— *Garnieri.*	*Rhynchonella lacunosa.*
— *inconditus.*	*Hinnites velatus.*

M. Jeanjean n'a pas rencontré à ce niveau la *Terebratula janitor.*

Zone à Terebratula janitor et Cidaris glandifera. — Au-dessus de ces calcaires vient une puissante assise de calcaires massifs, ruiniformes, gris-clair, confusément stratifiés, dont E. Dumas fit son quatrième sous-groupe oxfordien, — passage au Corallien.

Souvent ces calcaires présentent des rognons siliceux, d'autres fois, ils sont magnésiens, surtout à la partie inférieure. Ces couches dolomitiques sont assez persistantes pour que MM. Coquand et Boutin aient pu y voir un étage distinct, représentant pour eux du vrai Coral-rag.

Depuis longtemps, M. Jeanjean, de même que M. Boutin, avait trouvé dans ces couches le *Cidaris glandifera* et, lorsque, après avoir vainement cherché la zone à *Terebratula janitor* au contact du Néocomien et du calcaire à Dicérates, il eut l'heureuse idée de fouiller ces dalles ruiniformes, réputées sans fossiles, quel ne fut pas son étonnement d'y découvrir les Ammonites, Oursins et Encrines de Stramberg? Restait à découvrir l'espèce qui donne son nom à la zone : cet honneur fut dévolu à M. Faucher, qui rencontra aux environs de Sauve, non pas la *T. diphyoides* qu'il cherchait, mais la *T. janitor.*

Cette découverte, qui remonte à deux ans, amena la reconnaissance de la plupart des fossiles du calvaire de Lémenc :

Belemnites semisulcatus.	*Terebratula Carpathica.*
— *ensifer.*	— *janitor.*
Ammonites transitorius.	*Rhynchonella sparsicosta.*
— *lithographicus.*	— *inconstans.*
— *ptychoïcus.*	— *pinguis.*
— *Stazicii.*	*Cidaris glandifera.*
— *Achilles.*	— *Blumenbachii.*
— *caractheis.*	*Apiocrinus Meriani.*
Aptychus imbricatus.	*Eugeniacrinus Heberti.*

Bien que les Céphalopodes se trouvent dans des gisements séparés de ceux des Encrines et des Oursins, ces derniers semblent, d'après l'auteur, occuper une zone supérieure, tandis que la *T. janitor*, les Bélemnites et les Aptychus se trouvent à tous les niveaux.

Les localités fossilifères sont : le Rocal, Florian, les Esplèches, près Sauve; Labric, près Saint-Hippolyte ; Moulés et Cazillac-le-Haut, près de Ganges.

Zone à Terebratula Moravica et Diceras Lucii. — Cette zone qui pé-

trographiquement, se lie à la zone à *T. janitor* d'une façon souvent insensible, est constituée par des couches d'un calcaire oolithique, compact, blanc ou jaune très clair, souvent crayeux, quelquefois spathique et cristallin, rarement dolomitique. Ces couches se développent sur une hauteur verticale de 150 mètres et forment les massifs du Ran de Banne, de la Séranne et du Bois de Mounier.

Les principaux fossiles signalés par l'auteur, sont :

Belemnites Liourii.
Ammonites Achilles.
Nerinæa Mariæ.
— *Defrancii.*
— *Cæcilia.*
— *Moreana.*
Cardium corallinum.
Natica grandis.
Diceras Lucii.
— *Escheri.*
Diceras Münsteri.
— (nov. sp.)
Terebratula humeralis.
— *carinata.*
Rhynchonella inconstans.
Columnaria sulcata.
Calamophyllia funiculus.
Cladophyllia lævis.
Synastræa arduennensis.

Zone de la *Terebratula diphyoïdes.* — Le terrain crétacé débute, dans la contrée étudiée, par le Néocomien inférieur que l'auteur divise en :

1° Calcaires compacts ou marneux à *T. diphyoides*, base du Néocomien ;

2° Marnes grises à *Belemnites latus;*

3° Marnes jaunes à *Belemnites pistilliformis.*

La première zone, la seule dont s'occupe l'auteur, est divisée par lui en quatre assises qui sont, en commençant par le bas :

A. Calcaires compacts à *T. diphyoïdes*, se divisant en nodules polyédriques, avec bancs à *Serpula recta*, devenant marneux dans le haut.

B. Calcaire à pierre de taille de Pompignan et Salles de Gours, en bancs de 0m,50 à 2m,00.

C. Calcaires marneux, fissiles, à *Natica Leviathan.*

D. Bancs compacts feuilletés à Fucoïdes de Piégaline.

Tous ces calcaires sont généralement bicolores : gris à l'intérieur, gris-clair ou jaunâtres à la surface.

Leur puissance totale est de 60 mètres. Ils sont riches en fossiles dans les plaines de Ganges, Lacadière (Lacisterne et Ginestous), Saint-Hippolyte, Pompignan et Sauve.

On y trouve :

Belemnites latus.
— *conicus.*
Ammonites semisulcatus.
— *Grasianus.*
Ammonites Privasensis.
— *Calypso.*
— *Berriasensis.*
— *Boissieri.*

Ammonites Malbosi.	*Terebratula Moutoniana.*
— *Astierianus.*	— *hippopus.*
— *Occitanicus.*	— *tamarindus.*
— *neocomiensis.*	— *Euthymi.*
Aptychus Didayi.	*Rhynchonella contracta.*
— *Seranonis.*	— *Malbosi.*
Natica Leviathan.	*Collyrites Malbosi.*
Terebratula diphyoïdes.	*Sphenodus Sabaudianus.*

Résumé et conclusions. — L'Oxfordien des Cévennes est constitué par les zones suivantes :

1° Zone à *Ammonites cordatus* et *Amm. transversarius ;*

2° Calcaire bleuâtre à *Amm. bimammatus;*

3° Calcaires gris compacts à *Amm. polyplocus.*

α.— La zone à *Amm. polyplocus* y est très développée, et M. Jeanjean, se basant sur certains caractères stratigraphiques, paléontologiques et pétrographiques, et surtout sur sa liaison avec les bancs inférieurs, la place dans l'Argovien supérieur, c'est-à-dire au-dessous du Coral-rag le plus inférieur, ainsi que l'admettent MM. Lory, Falsan et Dieulafait, pour le Jura.

β. — Au-dessus de la zone précédente vient un puissant massif de calcaires ruiniformes qui contiennent avec la *Terebratula janitor* et les Céphalopodes de Rogoznick, une faunule d'Encrines et d'Oursins. M. Jeanjean place ce groupe dans le Corallien inférieur, le calcaire à Dicerates représentant, d'après lui, le Corallien supérieur : c'est pour lui le niveau des couches à fossiles tithoniques du Pouzin, de Saint-Simphorien, de Crussol, de Naves et des Vans (Ardèche), et des environs de Montpellier. Il reconnaît que beaucoup de ces fossiles présentent une certaine analogie avec ceux du Néocomien inférieur : tels sont : *Amm. ptychoïchus*, *A. semisulcatus*, *A. Staszicii* et *A. Grasianus*, etc. Mais, ce n'est pas à son avis, une raison suffisante pour ranger ces couches dans le Néocomien, comme l'a fait M. Hébert, d'après l'étude de contrées où, le faciès coralligène faisant défaut, la zone à *Tereb. janitor* se trouve intercalée, comme dans l'Ardèche, entre les calcaires à *Amm. polyplocus* et les bancs à *Tereb. diphyoïdes.*

D'ailleurs, fait remarquer M. Jeanjean, si la zone à *T. janitor* appartient au Néocomien, aussi inférieur que l'on voudra, à quel étage de ce même Néocomien rapporter et le calcaire à Dicérates que l'auteur déclare stratigraphiquement supérieur à la zone en question, et le calcaire à *T. diphyoïdes* que la majorité regarde comme la base du Crétacé.

γ. — Sur certains points des Cévennes le Klippenkalk à *T. janitor* est recouvert par la zone à *Tereb. Moravica* et *Diceras Lucii*, dont la

faune a été placée dans le Corallien par E. Dumas et par M. Hébert; tel est, aussi, l'avis de M. de Rouville. M. Jeanjean croit devoir paralléliser ces calcaires avec le Coral rag de Rougon, de l'Echaillon, du Salève et de Chatel-Censoir (1).

Il en conclut qu'il n'existe dans les Cévennes aucun étage supérieur au Corallien et que le calcaire à Dicérates était émergé à l'époque où se déposaient, dans le bassin du nord, l'argile de Kimmeridge et les couches de Portland.

En terminant, il fait remarquer que la zone à *T. diphyoïdes* reposant en *stratification discordante* (2), tantôt sur le Corallien à *T. janitor*, tantôt sur les calcaires à Dicérates, dont elle se distingue par ses caractères lithologiques et paléontologiques, il n'existe point, dans les Cévennes, d'étage tithonique (3).

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION

L'excursion a été dirigée par M. Jeanjean et suivie par MM. de Rouville, Collot, Leenhardt, Amédée Jeanjean, G. Fabre, Labbé, Faucher, M. Viguier, Rouzot, Feminier et de Sarran.

On s'est rendu en voiture à Pompignan : la route traverse les divers étages du Néocomien, depuis le calcaire berriasien et les marnes némausiennes, jusqu'au calcaire hauterivien qui forme la crête du monticule de Piedmard et du Causse de Pompignan. Ce n'est qu'à partir de ce village que l'excursion a réellement commencé.

Le Néocomien, que la Société a pu étudier en se rendant au bois de Mounier, est représenté par l'assise supérieure du Berriasien, ou calcaire de Piégaline, que caractérisent des empreintes de Fucoïdes, (couche D, à *Tereb. diphyoïdes*, A. Jeanjean). Au-dessous viennent les assises C, marnes à *Natica Leviathan;* B, calcaire de Salles de Gours ; A, calcaire à cassure polyédrique, avec *Serpula recta*, base du Berriasien.

L'aspect général de ce terrain est marneux ou terreux et de cou-

(1) M. Cotteau a fait observer que le Corallien de Chatel-Censoir est bien distinct de celui des Cévennes, malgré les espèces analogues dues à la conformité des conditions d'existence : les Nérinées sont les mêmes ; mais les Oursins, différents.

(2) Ce fait a été discuté par M. Collot qui, en certains endroits, dans les Cévennes mêmes, a reconnu la concordance qu'il a déjà signalée dans les Bouches-du-Rhône.

M. Leenhardt a été amené aux mêmes résultats par ses études géologiques sur le Mont-Ventoux.

(3) Je ne me suis longuement étendu sur le résumé de la Notice de M. Jeanjean que pour permettre de suivre plus facilement l'opinion des géologues qui ont pris part à la course du 24 avril.

leur gris-jaunâtre ; les fossiles sont assez communs, nous y avons entre autres, trouvé une Ammonite que M. Collot rapporte à l'*Amm. Calisto*, d'Orb.

Peu après, on entre dans le calcaire à *Terebratula moravica* qui s'annonce par sa nature massive et rocheuse ; sa couleur est blanche nuancée de *café-au-lait*, teinte caractéristique, ainsi que je l'ai fait remarquer dans le compte rendu succint qui a suivi de près notre course (1). A la séparation des deux terrains, nous avons vainement cherché des traces de ravinement, des brèches, ou des conglomérats. La surface du calcaire coralligène, loin d'être rongée par les eaux, est parfaitement unie.

La question a été bien plus difficile, lorsqu'il s'est agi de décider si la stratification était transgressive, ou tout au moins discordante, comme l'indiquent MM. de Rouville et Jeanjean (2).

La stratification n'est pas transgressive, car le Néocomien ne déborde pas le Jurassique ; quant à se décider en faveur de la discordance ou de la concordance, c'est une question plus délicate, car, si discordance il y a, elle est peu visible. La majorité des membres présents n'a donc pas hésité à déclarer que le Néocomien inférieur reposait sur le Jurassique, en stratification *sensiblement* concordante.

A peine sommes-nous entrés dans le calcaire à *Diceras Lucii* que le caractère particulier à tous les faciès coralligènes apparaît : la roche présente une structure oolithique plus ou moins fine et c'est dans les oolithes que l'on peut faire la plus intéressante moisson de fossiles, les roches compactes étant moins riches et ne renfermant en général que des Dicéras : dans ce cas, le calcaire a un aspect cristallin qui est dû aux menus débris de coquilles, brillants et spathiques, dont il est, pour ainsi dire, pétri. Généralement, il est crayeux et a tout le faciès de l'Urgonien, d'autres fois il ressemble à de la vase solidifiée.

Nous y avons trouvé presque toute la série donnée par M. Jeanjean : nous citerons comme espèces communes les suivantes :

Terebratula Moravica, Glock.	—	Mounier.
— *carinata*, Leym.	—	d°
— *humeralis*, Ræm.	—	d°
Rhynchonella inconstans, d'Orb.	—	d°
Diceras Lucii, Defrance.	—	Ferrières.
— *Münsteri*, Godlf.	—	d°
— *Escheri*, de Loriol.	—	d°

(1) *Bull. Soc. d'étude des Sc. nat. Nîmes*, avril 1880, p. 66 et suiv.

(2) C'est donc par erreur que, *loc. cit.* p. 67, je fais dire à M. Jeanjean que la stratification est concordante.

Nerinæa Mariæ, d'Orb.	—	d°
— *Defrancei*, Desh.	—	d°
— *depressa*, Voltz.	—	d°
Cardium corallinum, Leym.	—	d°
Columnaria sulcata, Goldf.	—	d°
Lithodendron funiculus, d'Orb.	—	Ferrières, Mounier.

Le gisement de Ferrières que nous avons aussi visité, se trouve à quelques centaines de mètres de celui du Mounier et appartient au département de l'Hérault ; il est bien plus riche que le premier, ainsi que le montre la petite liste donnée ci-dessus.

Notre moisson terminée, nous suivons la crête du Mounier et nous descendons vers les Salles de Gours, où nous pouvons étudier le Klippenkalk ou calcaire massif (*rascle*) que M. Jeanjean signale comme représentant sa zone à *Tereb. janitor* et *Cidaris glandifera.* Pour lui, comme pour M. de Rouville, ce calcaire, qui n'est autre que le 4me sous-groupe oxfordien de Dumas, est stratigraphiquement inférieur au calcaire coralligène du Mounier ; c'est ce que nos confrères n'ont pas pu décider : en effet, la chaîne que nous avons étudiée est très tourmentée et ce n'est qu'une étude faite pas à pas, en tenant compte des dénivellations dues aux cassures nombreuses qui affectent le système jurassique, que l'on pourra élucider cette importante question. En outre, le passage du calcaire coralligène au calcaire blanc massif se fait d'une façon si insensible, que faute d'une recherche minutieuse, que le peu de temps dont nous pouvions tous disposer nous a empêchés de faire, il nous a été impossible de fixer le point de séparation des deux calcaires. La difficulté est encore augmentée par l'absence presque complète de stratification et par le boisement des pentes.

Le Klippenkalk de Salles de Gours est formé par un calcaire complètement exempt d'argile, blanc ou blond ; il présente quelquefois des petits points jaune de miel et renferme alors des débris d'encrines. Les restes organiques y sont fort rares, car, dans notre course, nous n'avons pu y rencontrer, presque à la limite du Néocomien, que quelques petites Ammonites tellement mal conservées qu'il nous a été impossible de les dénommer spécifiquement. Nous y avons recueilli une *Rhynchonella inconstans*, Sow., et deux *Rhynchochonella sparsicosta*, Suess. Cette dernière espèce qui, en Argovie et dans la Souabe, marque la zone à *Amm. tenuilobatus* et dans le Hanovre, se rencontre avec la faune du Corallien inférieur, est, d'après M. Jeanjean, une des plus caractéristiques de sa zone à *Tereb. janitor* et *C. glandifera.*

L'étude du passage, à Salles de Gours, du Jurassique au Néocomien

a également attiré notre attention. Il y avait lieu de décider si le contact était normal ou était dû à une faille. En effet, sous le bois de Mounier, le Néocomien repose, nous l'avons dit, en stratification non discordante sur les bancs à *T. Moravica;* ici, il recouvre un calcaire que M. Jeanjean assimile à sa zone à *T. janitor* (1), et qu'il regarde, par conséquent, comme inférieur au Corallien proprement dit. Bien que la stratification soit identique à celle observée précédemment, quelques géologues se sont demandé si on ne devait pas y voir une preuve de l'indépendance de la formation crétacée à l'égard des deux zones précitées, en tant qu'on les considère comme étages distincts ; question qui mériterait une étude plus approfondie.

Le Néocomien nous a aussi fourni quelques fossiles qui nous ont permis de reconnaître les deux assises inférieures de l'étage berriasien : calcaire à *Serpula recta* et calcaire à pierres de taille de Salles de Gours.

Là s'est terminée notre excursion et nous sommes rentrés en voiture à Saint-Hippolyte, où notre aimable confrère nous a offert moins un souper qu'un véritable banquet ; il nous a procuré l'occasion, tout en nous permettant de récapituler les résultats de notre course, de comprendre dans un même toast les géologues présents et le maître qui, le premier, a débrouillé le chaos géologique des formations de notre département, j'ai dit Emilien Dumas (2).

Caractères **géométriques** *des* **diaclases** *dans quelques localités des* **Alpes suisses** *et des régions adjacentes,*

par M. **Daubrée** (3).

Après avoir reconnu la régularité des diaclases dans les roches stratifiées, restées à peu près horizontales, et leur conformité avec le

(1) Toutefois, nous devons faire remarquer que la carte d'E. Dumas (feuille du Vigan, 1844), indique tout le massif du Bois de Mounier comme formé par le Corallien (J 3); c'est sous la même désignation géologique qu'il figure dans la carte de Montpellier, par M. de Rouville (1875).

(2) Dans la relation qui précède, je me suis efforcé de ne donner que les conclusions auxquelles les éminent confrères, dont j'ai été le compagnon, ont été amenés par l'étude même de l'une des localités qui ont servi à l'argumentation de M. Jeanjean.

S'il m'était permis d'exprimer mes vues personnelles, je renouvellerais les conclusions que j'ai développées dans mes Notes antérieures. Les terrains jurassique et crétacé à la limite septentrionale du département du Gard. *Bull. Soc. de Nimes, Sciences natur.*, 7e année 1879. Course géologique aux environs d'Alais. — (*Compte rendu sommaire Soc. Géol.*, avril 1880). — Quant aux relations de la zone à *T. janitor* avec la zone à *T. Moravica*, je me réserve d'en faire l'objet d'une étude plus approfondie, avant de me prononcer d'une façon définitive.

(3) Note présentée à la séance du 9 mai 1881, parvenue en retard au Secrétariat.

produit d'expérience (1), il n'était pas sans intérêt de voir si les mêmes lois s'appliquent aux cassures des roches disloquées à la suite d'actions mécaniques, sinon plus énergiques, au moins suivies d'effets bien plus considérables. C'est à ce point de vue que j'ai examiné récemment quelques localités de la Suisse.

Environs de Clarens. — La mollasse des environs de Clarens, que, par un chevauchement remarquable et bien connu, recouvrent les couches jurassiques, présente de toutes parts des diaclases planes et fort nettes souvent rapprochées de quelques décimètres seulement, de façon à simuler une stratification normale aux couches. Le tableau ci-joint résume quelques mesures.

Environs de Clarens.

	DIRECTION	
Noms des localités.	Système **A**.	Système **B**.
TRANCHÉE DU TUNNEL DES CRÊTES DANS LA MOLLASSE.		
A l'est de la tranchée	N. 27° E.	»
	N. 27° E.	N. 102° E.
	N. 27° E.	N. 102° E.
	N. 27° E.	N. 117° E.
	»	(N. 140° E.) (1)
	»	(N. 72° E.) (1)
Paroi méridionale de la tranchée de Burrier	N. 27° E.	(N. 57° E.) (1)
Petite tranchée des Crêtes	»	N. 110° E.
	»	N. 102° E.
	»	(N. 162° E.) (1)
	»	N. 102° E.
	»	N. 108° E.
A 100 mètres plus haut dans les vignes	»	(N. 162° E.) (1)
Moyennes	N. 27° E.	N. 106° E.
	+ 0 — 0	+ 11 — 4
BAUGY.		
Carrière de mollasse	N. 27° E.	N. 110° E.
	N. 42° E.	N. 87° E.
	N. 27° E.	N. 117° E.
	N. 27° E.	N. 117° E.
	»	(N. S.) (1)
	»	(N. 140° E.) (1)
Moyennes	N. 33° E.	N. 108° E.
	+ 9 — 6	+ 9 — 21

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VII, p. 108 et 141, et t. VIII.

TAVEL.		
Carrière de mollasse	»	N. 147° E.
	»	N. 124° E.
	»	N. 110° E.
	»	N. 117° E.
	»	N. 95° E.
Moyenne........	»	N. 118° E.
		+ 29 — 23
CHAILLY.		
Carrière de mollasse (²)	N. 24° E.	»
	N. 20° E.	»
	N. 27° E.	»
	N. 24° E.	»
Moyenne........	N. 23° E.	»
	+ 4 — 3	

Outre les diaclases, se montrent de véritables paraclases qui ont produit des rejets considérables et présentent de nombreuses surfaces striées, la plupart suivant la ligne de plus grande pente. Quelquefois elles sont groupées en faisceaux et leur surface est incrustée d'oligiste terreux.

Toutes les lithoclases ont été inscrutées de calcaire spathique, affectant souvent une disposition symétrique par rapport au plan médian ; leur épaisseur moyenne est de 2 à 5 centimètres ; celle des paraclases peut être beaucoup plus grande. Lorsque le remplissage n'est pas complet, la calcite a pris constamment la forme de scalénoèdres mâclés d^2, rappelant les cristaux bien connus du Derbyshire, et avec les mêmes angles.

Quand ces veines passent des grès dans les schistes qui alternent avec eux, elles changent d'allure, deviennent moins nombreuses et s'y infléchissent diversement, à la manière de ce qui arrive pour le gypse et le sel gemme dans les marnes irisées. Ce contraste fait ressortir l'influence des roches encaissantes sur les minéraux que les eaux y ont concrétés.

Une autre influence du même genre concerne les cassures elles-mêmes qui cessent brusquement au passage du grès dans l'argile. On peut observer en outre, par exemple près de Chailly, que les mêmes directions de diaclases persistent souvent au travers d'une série de couches de grès superposées, malgré les interruptions réitérées causées par les intercalations de couches d'argile.

(¹) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses. — (²) Couches entaillées sur 15 mètres de hauteur.

Postérieurement à l'ouverture des diaclases, et même postérieurement à leur remplissage, ces roches ont été le siège de mouvements très notables, dont témoignent les surfaces striées des veines de calcite. Il est à ajouter que les argiles rouges dont il vient d'être question présentent souvent un feuilleté irrégulier, qu'on doit attribuer aussi à des actions mécaniques postérieures à leur formation.

Environs de Montreux. — Dans les couches jurassiques des environs de Montreux, qui appartiennent aux derniers contreforts des Alpes, les diaclases se montrent en grand nombre, comme en témoigne le tableau suivant.

Environs de Montreux

Noms des localités.	Système **A**.	Système **B**.
GORGES DU CHAUDRON (1)		
A l'entrée	N. 12° E.	(N. 147° E.)
		(N. 57° E.) (2)
		N. 132° E. (3)
	»	(N. 147° E.)
	»	N. 132° E.
	N. 12° E.	N. 102° E.
	»	N. 117° E.
Dans le lit du torrent	»	(N. 72° E.) (2)
	»	N. 102° E. (4)
	»	N. 110° E.
	»	N. 107° E.
	»	(N. 72° E.) (2)
	»	N. 102° E.
	»	N. 102° E.
	»	N. 102° E.
	»	(N. 95° E.) (2)
	»	(N. 95° E.) (2)
	»	(N. 95° E.) (2)
	»	(N. 97° E.) (2)
	N. 12° E.	»
	N. 5° E.	(N. 72° E.) (2)
	»	N. 110° E.
	»	N. 117° E.
Près la cascade dans le lit du torrent	N. 27° E.	N. 102° E.
	»	N. 102° E.
	»	(N. 72° E.) (2)
Rive droite	»	N. 117° E.
	»	(N. 85° E.) (2)
	»	N. 102° E.
	»	N. 115° E.
	»	N. 120° E.

Gorge ouverte sur les diaclases.	»	N. 132° E.
A 50 mètres de là.	»	N. 132° E.
En dehors du Righi vaudois. . . .	»	(N. 95° E.) (2)
En haut, au-dessus et au-dessous des chalets, rive droite.	»	N. 102° E.
Moyennes	N. 13° E.	N. 114° E.
	+ 14 − 8	+ 18 − 12
Glion près du Righi vaudois. . . .	»	N. 132° E.
Autre point	»	(N. 87° E.) (2)
Sous Glion.	N. 42 E.	»
A 800 mètres au-dessus de Montreux.	N. 27° E.	»
Moyennes	N. 35° E.	N. 132° E.
	− 8 + 7	+ 0 − 0
CHARNEX.		
A 600 mètres à l'est du point précédent	N. 42° E.	»
	»	(N. S.) (2)
	»	N. 162° E.
	»	N. 132° E.
A 1 kil. de Charnex, près des chalets Blumenthal	N. 27° E.	»
	N. 12° E.	»
Moyennes	N. 27° E.	N. 147° E.
	− 15 + 15	+ 15 − 15

Comme dans la mollasse, les diaclases sont souvent si rapprochées qu'elles ressemblent à une seconde stratification, par exemple aux châlets Blumenthal et à Glion : Dans cette localité elles sont moyennement écartées de 3 décimètres les unes des autres, et sur 15 mètres on en compte plus de 50.

Dans quelques parties on observe des croisements à peu près ou même exactement rectangulaires ; c'est ainsi que dans le Chaudron certaines couches sont découpées suivant de petits polyèdres pseudo-réguliers.

Presque toutes ces diaclases sont imprégnées de calcite.

Quelques gorges et ravins sont visiblement dus à des diaclases préexistantes.

La Meillerie. — Les couches liasiques de Meillerie sont cisaillées par de nombreuses diaclases verticales, visibles sur plus de 100 mètres de hauteur et dont l'observation a donné les résultats suivants.

(1) Les mesures sont inscrites successivement en des points de plus en plus élevés à partir du bas du torrent. — (2) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses. — (3) Escarpements de 30 mètres présentant 10 à 15 diaclases. — (4) Grands escarpements calcaires sur 80 mètres avec de nombreuses diaclases verticales.

Carrière de Meillerie.

	N. 72° E.	N. 102° E.	
		N. 132° E.	
		N. 117° E.	
		N. 147° E.	
		N. 124° E.	
		N. 147° E.	
		N. 132° E.	
		N. 140° E.	
		N. 132° E.	
		N. 117° E.	(10 mesures)
Moyennes	N. 72° E.	N. 129° E.	
	— 27	+ 18	

Environs de Bourg-Saint-Maurice. — L'imposant escarpement qui forme la paroi méridionale de la vallée de Bourg-Saint-Maurice (Valais) sur plus d'un kilomètre de longueur, présente une série épaisse de couches calcaires que coupent, avec une netteté remarquable, d'innombrables diaclases. Ce calcaire est considéré comme néocomien ou urgonien.

Comme on l'a observé ailleurs, les diaclases se rapprochent parfois au point de simuler la schistosité. En passant d'une couche à une autre, elles changent parfois de direction, comme par une sorte de réfraction : de verticales, leurs traces deviennent inclinées sur l'horizon.

La direction moyenne N. 72° E., que m'ont fournie plusieurs mesures, paraît se retrouver à peu près sur l'autre flanc de la vallée. Cette direction se rapproche d'autres grands accidents de la région.

Dans bien d'autres localités les diaclases présentent des caractères semblables, que l'on peut étudier sur de hautes échancrures, par exemple près des bains de Louèche, dans le massif des Diablerets, près de Mürren, etc.

Vallée de Zermatt. — Dans les observations géologiques qui ont été publiées sur le massif du Mont-Rose et du Cervin, ainsi que la vallée de Zermatt, les cassures intérieures des roches ou diaclases ne paraissent pas avoir été l'objet de mesures précises.

Cependant si l'irrégularité, au moins apparente, avec laquelle les diaclases se présentent généralement, n'est pas de nature à provoquer l'examen, il est çà et là, comme je l'ai déjà montré pour diverses contrées, des parties où les cassures manifestent une régularité géométrique. Quelques observations que j'ai faites dans un séjour

d'une semaine au milieu de ces magnifiques montagnes, ne seront peut-être pas dépourvues d'intérêt, surtout lorsqu'elles seront coordonnées avec d'autres. Aussi je crois devoir les consigner ici, tout incomplètes qu'elles soient.

La montagne à laquelle est adossé le village de Stalden, est particulièrement remarquable à cet égard. Sur tout cet escarpement abrupt, c'est-à-dire sur une hauteur de plusieurs centaines de mètres se montrent d'innombrables diaclases, pour la plupart à peu près verticales. Elles sont en général très rapprochées, parfois de moins d'un mètre, ainsi que le montre le rocher qui supporte l'église. Cette montagne, formée de schistes cristallins qualifiés de métamorphiques anciens, est en quelque sorte hachée verticalement, de manière à simuler une stratification verticale qui coupe et tend à effacer les indices de stratification et de schistosité, accusés par des lignes horizontales.

Les diaclases les mieux caractérisées de la montagne ont donné des directions variant de N. 124° à 132° et 138° E., et une moyenne de N. 130° E.

D'autres également très nombreuses se dirigent N. 20° à 27° E. Elles sont donc à peu près perpendiculaires aux premières. Ce second système est moins apparent que l'autre.

En remontant de Stalden vers Saint-Nicolas, c'est-à-dire sur une distance de plus de 8 kilomètres, on trouve encore sur la paroi gauche ou occidentale de la vallée, des roches à pic, sur lesquelles les éboulements détachés des parties supérieures n'ont pu adhérer de façon à les soustraire à l'observation. Par le même motif, elles sont dépourvues de terre végétale. C'est ainsi qu'elles montrent au vif leur constitution sur plusieurs centaines de mètres de hauteur verticale. Sur cette hauteur imposante, l'œil peut suivre les diaclases, surtout lorsque le soleil, en se jouant au milieu d'elles, fait ressortir nettement, par des alternances de lumière et d'ombre, leurs intersections mutuelles. Alors apparaît une série indéfinie d'énormes parallélipipèdes, la plupart verticaux, dont les faces sont à peu près perpendiculaires. Si l'on osait étendre sur une si grande échelle l'expression par laquelle Haüy a désigné les solides obtenus par clivage dans les cristaux, on les appellerait des *polyèdres intégrants* des roches et des montagnes.

Vallée de Zermatt.

Noms des localités.	Système **A**.	Système **B**.
Stalden	»	N. 132° E.
	»	N. 132° E.
	»	N. 124° E.

En face de la vallée de Saas. . . .	N. 20° E.	»
	N. 27° E.	»
A 4 kil. de Stalden.	»	N. 124° E. (2)
	»	N. 132° E.
	»	N. 124° E.
	»	N. 132° E. (3)
	N. 20° E.	»
	N. 27° E.	»
1 kil. de la maison où on se rafraîchit	»	N. 132° E. (3)
	»	
Sur un escarpement très élevé on observe aussi.	N. 27° E. (4)	»
	N. 27° E.	»
	»	(N. 87° E.) (1)
Saint-Nicolas.	»	N. 117° E. (5)
	»	N. 110° E.
	N. 27° E.	»
A 2 kil. au-dessus de Saint-Nicolas.	»	N. 132° E.
	»	N. 140° E.
A 500 mètres plus loin. . . . . , .	N. 27° E.	»
	»	N. 132° E.
A la pension Weisshorn.	N. 12° E.	(N. 72° E.) (1) (6)
Roches feuilletées.	»	N. 147° E.
Cassures. . . . . , .	N. 27° E.	»
Moyenne	N. 23° E.	N. 120° E.
	+ 4 — 15	+ 18 — 19

Sur beaucoup de points ces diaclases verticales constituent des réseaux offrant les mêmes caractères que ceux de Stalden, et remarquables comme eux, par les dimensions imposantes sur lesquelles on peut les suivre.

A 1 kilomètre au-dessus du village, où les diaclases principales se dirigent N. 120° E., des veines de quartz et de chlorite, perpendiculaires à la fois à ces diaclases et aux feuillets, correspondent peut-être à un système particulier de cassures.

Plus haut encore, à 4 kilomètres de Stalden, la direction N. 130° E. a été de nouveau observée très nettement.

Il en est de même aux environs de Emd, où la hauteur des escarpements est d'autant plus remarquée qu'une église posée hardiment au sommet appelle l'attention. Les deux systèmes ont été observés avec les directions moyennes N. 128° E. et N. 24° E.

(1) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses. — (2) Les diaclases plongent de 80° vers N.-E. — (3) Sur des hauteurs de 500 à 600 mètres. — (4) Sur plus de 300 mètres. — (5) Plongent comme les précédents de 80° vers le N.-E. — (6) Plonge vers le nord de 30°.

Sur d'autres points de la vallée, au-dessous de Saint-Nicolas, j'ai également observé en plusieurs points les systèmes conjugués :

N. 132° E. et N. 20° E.;
puis, N. 118° E. et N. 43° E.

La valeur N. 132° E., s'est reproduite sur des diaclases très régulières et espacées de moins de 5 mètres. J'ai aussi observé N. 123° E., N. 117° E., N. 113° E., et, en dehors des directions prédominantes, N. 87° E.

La haute paroi de roches, au pied de laquelle est situé Saint-Nicolas, toujours sur la gauche de la vallée, est également découpée par des diaclases et par une série de redans ressemblant, mais sur une plus grande échelle, à ceux qui terminent souvent les falaises de Normandie, par exemple aux environs du Tréport. Ici, de même, ces alternatives de saillies et de rentrants paraissent avoir été déterminées par les intersections naturelles de diaclases et par les érosions qui en sont résultées. Les parois des déchirures en *couloirs* séparant les saillies font ressortir en deux points les deux directions N. 117° E. et N.27° E.

Au lieu d'être verticales, les diaclases plongent d'environ 80°, les premières vers N. 27° E.

Des orientations assez voisines ont été observées au-dessus de Saint-Nicolas, notamment à 2 kilomètres du village près la pension du Weisshorn : d'une part, N. 136° E. et N. 132° E.; d'autre part, N. 5° E., N. 12° E., N. 27° E.

La stratification apparente plonge de 30° vers le nord.

Cette similitude dans les cassures se conserve, malgré la différence dans la nature des roches où elles se manifestent.

C'est dans les parties où les diaclases se présentent avec le plus de netteté, sur toute la hauteur des parois rocheuses, que les orientations qui précèdent ont été prises.

Il est des endroits, par exemple dans les redans des environs de Saint-Nicolas, où ces diaclases au lieu d'être planes, sont visiblement courbes et parfois d'apparence cylindroïde; leur direction ne se prête par conséquent pas à des mesures précises.

Ailleurs, sur plusieurs centaines de mètres de hauteur, les diaclases se croisent en grand nombre, irrégulièrement et sans présenter de continuité, comme celles dont il a été question.

Il est bon de rappeler que toutes ces variantes dans le régime des diaclases, qui se sont produites souvent *à peu de distance les unes des autres*, se retrouvent dans les cassures produites expérimentalement et paraissent pouvoir ainsi s'expliquer.

Quand on approche des grands centres de fractures, c'est-à-dire

du magnifique cirque montagneux dont le Mont-Rose, le Breithorn et le Cervin font partie, avec d'autres montagnes d'une altitude de plus de 4,400 mètres, on ne trouve plus une régularité semblable à celle qui vient d'être signalée.

Cependant les directions N. 102° E. et N. 12° E., que j'ai obtenues près Zermatt, ne s'éloignent pas beaucoup des précédentes.

Environs de Zermatt.

Noms des localités.	Système **A**.	Système **B**.
Face orientale du Cervin	»	(N.-S.) (1)
Face septentrionale du Cervin . . .	N. 87° E.	»
Glacier de Gorner	»	(N.-S.) (1)
A 100 mètres du village vers l'ouest	N. 12° E.	N. 102° E.
Dans l'escarpement.	»	N. 102° E.
1re protubérance que l'on voit en sortant de l'hôtel Riffel	N. 10° E.	N. 132° E.
	»	(N. 162° E.) (1)
Sur la Platte	N. 12° E.	»
	(N. 72° E.) (1)	»
Sur le point même où l'on stationne	N. 12° E.	N. 132° E.
Paroi N. du Gorner.	(N. 72° E.) (1)	»
Sur la Platte	»	(N.-S.) (1)
	»	(N. 162° E.) (1)
	»	(N.-S.) (1)
Cassure indiquée par le relief . . .	(N. 72° E.) (1)	»
Breithorn	N. 20° E.	N. 132° E.
Moyennes	N. 13° E.	N. 120° E.
	+ 7 — 2	+ 12 — 18

Plus haut, dans les roches schisteuses cristallines d'une partie du Riffelberg, à environ 2,800m d'altitude, la direction moyenne est de N. 72° E., avec plongement vers le nord de 20° à 30°; elles sont coupées par un système remarquablement régulier de diaclases verticales, parfois distantes de moins d'un mètre. J'y ai plusieurs fois retrouvé la direction N. 10° E. Telle est aussi à très peu près la direction que j'ai observée dans l'ancien lit du glacier de Gorner et dans les deux crevasses très étroites qu'on voit à l'extrémité inférieure du même glacier et sur la paroi gauche de la vallée de Zmutt (N. 27° E.).

Les roches qui servent comme de piédestal au Cervin, se terminent vers l'est, au moins sur 3 kilomètres de longueur, par une paroi abrupte dont le Furgengrat forme le prolongement. Ce sont des schistes qui paraissent se relier à ceux qui constituent le Cervin. A

(1) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses.

la base du Hörnli, ces schistes se dirigent N. 38° E., et plongent vers le nord de 60° à 80°, c'est-à-dire avec une inclinaison supérieure à celle qu'elles ont plus loin des hautes cimes. Sur toute la hauteur de cet escarpement, que l'on peut estimer à environ 200 mètres, j'ai observé deux systèmes qui s'entrecroisent; le principal N. 50° E, l'autre N. 160° E., c'est-à-dire à peu près perpendiculaires. Dans le couloir qui sert à monter au Hörnli, on voit des orientations N. 57° E., et accidentellement N. 80° E.

La colossale pyramide du Cervin est terminée à l'est et au nord par deux grandes faces planes qui ressemblent à celles qu'auraient pu provoquer des diaclases fortement inclinées à l'horizon, d'un millier de mètres de hauteur verticale.

D'après des mesures prises à distance et qui ne peuvent être que très grossièrement approximatives, leur direction moyenne serait de N. 18° E. pour la première, et N. 70° E. pour la seconde. Une partie de l'escarpement compris entre le Hörnli et le Mittelhorn se dirige N. 50° E.

On peut aussi remarquer, comme n'étant peut-être pas une coïncidence fortuite, que la grande déchirure de plus de 2,000 mètres de hauteur, qui termine vers l'est, le massif du Mont-Rose et du Strahlhorn du côté de Macugnaga, est moyennement alignée comme les diaclases du Riffel.

Les expériences montrent, en effet, que les petites cassures se produisent simultanément avec les grandes, auxquelles elles servent de cortège.

Observations. — Les faits qui précèdent, montrent que contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, la régularité des lithoclases paraît se perdre quand on se rapproche des grands centres de dislocation. Cette différence résulte peut-être de ce que les efforts se sont exercés d'une manière plus complexe.

Mais il suffit des caractères de régularité, qui apparaissent çà et là, pour que l'on soit en droit d'assimiler toutes ces cassures à celles que des pressions ou des torsions déterminent artificiellement, et qui, elles aussi, ne sont régulières que dans des conditions pour ainsi dire exceptionnelles de symétrie, rarement réalisées dans la nature.

Toutefois ces irrégularités qui se rattachent toujours à des causes accidentelles et locales disparaissent pour laisser apparaître la régularité quand on peut coordonner un nombre suffisamment grand d'observations.

A cet égard nous possédons un document incomparable, dans le relevé fait jour par jour, de 1873 à 1880, par M. l'ingénieur Stapff lors

du percement du tunnel du Saint-Gothard. Sur toute la longueur entre Göschenen et Airolo, c'est-à-dire sur 14 kilomètres, l'allure de toutes les lithoclases, grandes et petites, qui se sont montrées par milliers, a été mesurée, et il en résulte des données précieuses, par leur nombre non moins que par leur exactitude, du genre de celles que les travaux des mines peuvent seuls fournir (1).

Dans le résumé intitulé : *Profil géologique du Saint-Gothard dans l'axe du grand tunnel* (Berne, 1881), qu'il vient de publier, M. Stapff, après avoir rapproché les directions des diverses lithoclases, ajoute : « Près du tunnel il existe de ces nœuds de failles, aux profils 6000, 6300, 6400, 6900-7400 nord ; 7050-5400 ; 4800 ; 4500-3900 sud ; à la surface on en rencontre aux profils 5000, 5400, 6500 nord ; 3600-3250 sud. Si l'on voulait reporter et grouper sur un profil à plus grande échelle un plus grand nombre des fentes et des fissures indiquées dans les coupes du tunnel et les feuilles des levés, on verrait se former des *nœuds* présentant la plus grande analogie avec ceux qu'a produits Daubrée sur des plaques de verre. (C'est par torsion que Daubrée produit ces faisceaux de fentes croisées.) »

Les diaclases dont on vient de voir quelques traits généraux sont en relation avec les forces qui ont préparé le relief des montagnes, dont elles ont d'ailleurs, conjointement avec les délits qui séparent les couches, et les clivages des roches schisteuses préparé et facilité souvent la démolition.

D'après l'ensemble des faits déjà mentionnés et dont la présente note est la continuation, on reconnaîtra qu'il est légitime d'accorder aux diaclases, dans les études stratigraphiques, une place plus large que celle qu'on leur y a faite jusqu'à présent.

(1) *Rapports mensuels du Conseil fédéral suisse sur l'état des travaux de la ligne du Saint-Gothard*, Zurich.

De Stefani. — Studi microlithologici pel Paleozoico e pel Trias delle Alpi Apuane, 202. — Il macigno di Porretta ed i terreni corrispondenti, 206. — Origine degli strati *Pontici* intorno al Mediterraneo, 209. — Sui terreni marini dell'epoca postpliocenica, 212. — Le pieghe dell'Infralias nelle Alpi apuane, 216.

S. de Bosniaski. — Una pianta fossile del Verrucano dei Monti Pisani, 219. — Le argille da stoviglie del Camerinese, 221. — L'eta geologica dei monti della Tolfa, 222.

Forsyth Major. — *Squalodon quaternarium*, 227. — Studii sugli avanzi pliocenici del genere *Sus*, 227.

Turin. Accademia delle Scienze di —. Atti della R. —, t. XVI, n°s 1 à 6, nov. 1880-avril 1881.

Cossa. — Nota su alcune roccie serpentinose del Gottardo, 71. — Nota sopra alcune roccie serpentinose dell'Appennino bobbiese, 296.

Cossa e Mattirolo. — Sopra alcune roccie del periodo silurico nel territorio d'Iglesias (Sardegna), 385.

— Regia Universita di —. Bollettino dell'Osservatorio della —, t. XV, 1880.

Pays-Bas. Harlem. Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, t. XV, n°s 3-5, 1880.

Russie. Saint-Pétersbourg. Académie des Sciences de —. Bulletin de l'—, t. XXVII, n°s 1 et 2.

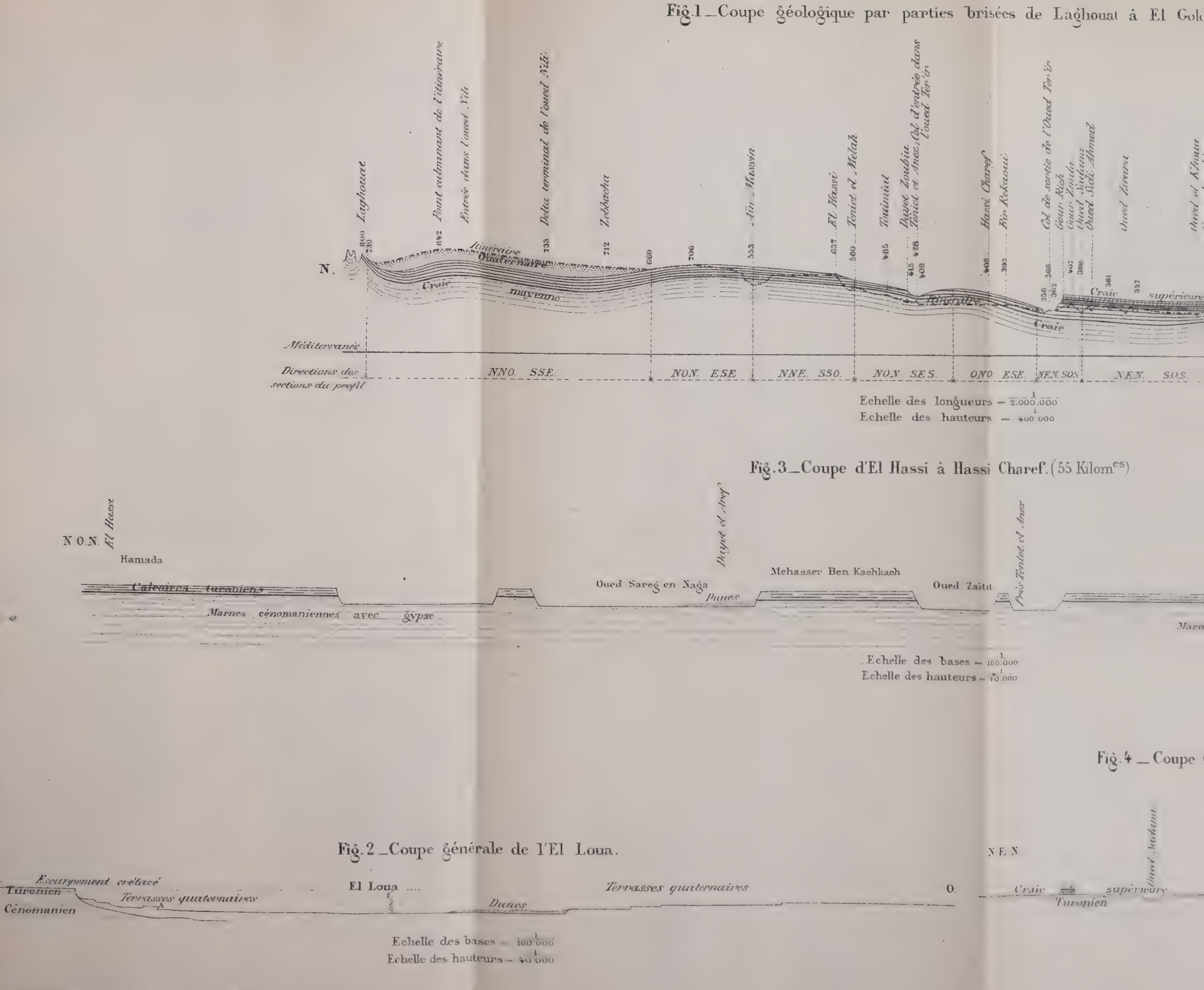
— — Mémoires de l'—, t. XXVIII, n° 3.

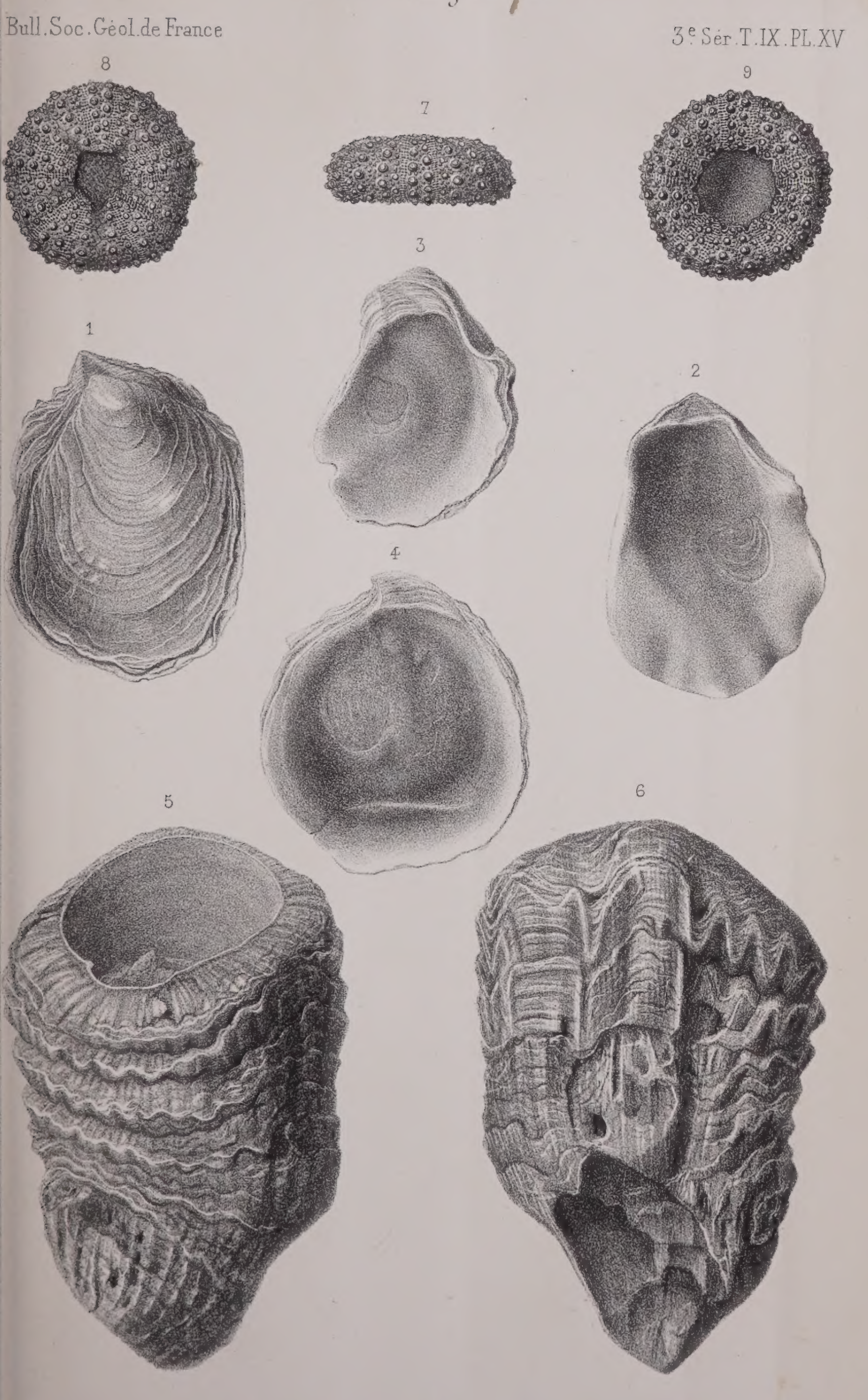
Moscou. Société impériale des Naturalistes de —. Bulletin de la —, année 1880, n°s 3 et 4.

Trautschold. — Ueber *Bothriolepis Panderi*, Lahusen, 169. — Ueber den Jura des Donjezthales, 183. — Ueber die Terebrateln des Moskauer Jura, 364. — Ueber *Synyphocrinus*, 390.

Suisse. Berne. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, t. XIV, n° 3, 1881.

Gutzwiller, Kaufmann, und C. Moesch. — Geologische Beschreibung der kantone Appenzell, Saint-Gallen, Glarus und Schwyz.


Fig.1 _ Coupe géologique par parties brisées de Laghouat à El Gol
Laghouat
Point culminant de l'itinéraire
Entrée dans l'oued Vili
Delta terminal de l'oued Nili
Zebbacha
Aïn Massin
El Hassi
Téniet el Melah
Touinmiat
Dayet Zoubia
Téniet el Anez; Col d'entrée dans l'oued Ter'ir
Hassi Charef
Bir Rekaoui
Col de sortie de l'Oued Ter'ir
Gour Rich
Oued Sidi Ahmed
Oued Zirara
N.
Itinéraire
Quaternaire
Craie
moyenne
Turonien
Craie
supérieure
Méditerranée
Directions des sections du profil
NNO. SSE.
NON. ESE
NNE. SSO.
NON SES.
ONO ESE.
NEN SOS
NEN. SOS.
Echelle des longueurs = 1/2.000.000
Echelle des hauteurs = 1/400 000
Fig.3 _ Coupe d'El Hassi à Hassi Charef. (55 Kilom^es)
N O.N.
El Hassi
Hamada
Calcaires turoniens
Marnes cénomaniennes avec gypse
Dayet el Aref
Oued Sareg en Naga
Dunes
Mehasser Ben Kachkach
Oued Zaitit
Près Téniet el Anez
Echelle des bases = 1/160.000
Echelle des hauteurs = 1/40.000
Fig.4 _ Coupe
Fig.2 _ Coupe générale de l'El Loua.
E.
Escarpement crétacé
Turonien
Terrasses quaternaires
Cénomanien
El Loua
Dunes
Terrasses quaternaires
O.
Echelle des bases = 1/160 000
Echelle des hauteurs = 1/40 000
N E N
Oued Sidi
Craie supérieure
Turonien



1 _ 4 Ostrea Rollandi Coquand
5 _ 6 Sphœrulites Lefebvrei, Bayle
7 _ 9 Cyphosoma Choisyi, Cotteau

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1881

Président : M. Fischer.

Vice-Présidents.

M. Douvillé. | M. Gosselet. | M. Hébert. | M. Danglure.

Secrétaires.

M. Bertrand, pour la France.
M. Vasseur, pour l'Étranger.

Vice-Secrétaires.

M. L. Carez.
M. Monthiers.

Trésorier : M. Delaire. | *Archiviste* : M. Ferrand de Missol.

Membres du Conseil.

M. Alb. Gaudry.
M. Brocchi.
M. Delesse.
M. Sauvage.
M. de Roys.
M. Chaper.
M. Daubrée.
M. Vélain.
M. Bioche.
M. Pomel.
M. de Lapparent.
M. Cotteau.

Commissions.

Bulletin : MM. Delesse, Brocchi, Bioche, Douvillé, de Lapparent.
Mémoires : MM. Daubrée, Fischer, Gaudry.
Comptabilité : MM. Pellat, Jannettaz, Parran.
Archives : MM. Moreau, Bioche, Schlumberger.

Table des articles contenus dans les feuilles 28-37 (1880-1881).

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant (Art. 58 du règl.).

La 1re *série* (1830-1843) est composée de 14 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Le t. I, épuisé.			Les t. X et XI chacun.	5 fr.	8 fr.
Le t. II	20 fr.	28 fr.	Le t. XII	20	28
Le t. III	30	40	Le t. XIII	30	40
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Le t. XIV	5	8
Les t. VII, VIII et IX.	10	16			

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I, II, III et IV épuisés.			Le t. XX	20 fr.	40 fr.
Le t. V	20 fr.	40 fr.	Les t. XXI à XXVII, ch.	10	30
Les t. VI à XVIII, chac.	10	30	Le t. XXVIII	5	30
Le t. XIX	30	50	Le t. XXIX	10	30

Table des XX premiers volumes de la 2e série. { Prix, pour les Membres : 4 fr. — pour le public..... 7

La 3e *série* (1873-1878) est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I à VI, chacun..	10 fr.	30 fr.	Le t. VII	»	30 fr.

Mémoires. 1re *série*, 5 vol. in-4° (1833-1843). Le prix (moins le t. I *épuisé*) est de 88 fr. pour les Membres, de 140 fr. pour le public. La 2e partie du t. II, la 1re du t. III, la 2e du t. IV et la 2e du t. V *ne se vendent pas séparément.* Le prix de la 1re partie du t. II, et la 2e du t. III est de 10 fr. pour les Membres, et de 15 fr. pour le public. Celui de la 1re partie des t. IV et V est de 12 fr. pour les Membres, et de 18 fr. pour le public.

2e *série*, 10 vol. in-4° (1844-1877). Le prix (moins la 1re partie du t. I *épuisée*) est de 200 fr. pour les Membres, de 350 fr. pour le public. Les t. I, 2e partie, et II, 1re et 2e part., *ne se vendent pas séparément.* Le prix des demi-volumes des t. III à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. Les t. VII à X se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. VII. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.	T. IX. — Mémoire n° 3	5 fr.	10 fr.
Mémoire n° 2	7	13	Mémoire n° 4	4	8
Mémoire n° 3	8	15	Mémoire n° 5	7	12
T. VIII. — Mémoire n° 1	8	15	T. X. — Mémoire n° 1	5	10
Mémoire n° 2	6	11	Mémoire n° 2	5	10
Mémoire n° 3	8	17	Mémoire n° 3	6 50	12
T. IX. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 4	12	30
Mémoire n° 2	1 50	2 50			

3e *série*, en cours de publication (1877-81).

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. I. — Mémoire n° 1	3 fr.	8 fr.	T. I. — Mémoire n° 3	8 fr.	20 fr.
— Mémoire n° 2	5	12	— Mémoire n° 4	3	6
			— Mémoire n° 5	5	10

Histoire des Progrès de la Géologie.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres	Au public
Collection, moins le t. Ier qui est épuisé	60 fr.	80 fr.	Tome II, Ire partie, ne se vend pas séparément.		
Tome I, épuisé.			Tome II, 2e partie	8 fr.	15 fr.
			Tomes III à VIII, chac.	5	8

F. AUREAU. — IMPRIMERIE DE LAGNY.